

3 Talige struikelblokken in het wiskundeboek

3.1 Inleiding

Zoals we in hoofdstuk 1 van dit proefschrift uiteen hebben gezet, is het wiskundeonderwijs door de invoering van de Realistische Wiskunde linguïstisch moeilijker en cultuurspecifieker geworden dan voorheen. Dit komt voornamelijk door het feit dat wiskundeopgaven nu in talig gepresenteerde contexten aangeboden worden. In hoofdstuk 2 hebben we vervolgens geconstateerd dat schools tekstbegrip en de kennis van schooltaalwoorden van invloed zijn op tekstbegrip bij wiskunde. Leerlingen moeten dus taalvaardig zijn om zelfstandig de gepresenteerde teksten en opgaven te begrijpen. Een groot deel van de les moeten leerlingen namelijk in staat zijn individueel met het wiskundeboek te werken, zoals gebleken is uit data verzameld in het NMPS-project “Interactie in de multiculturele klas” (Van Eerde, Hajer, Koole en Prenger, 2002; zie bijlage 1)

Om een wiskundeopgave succesvol te kunnen oplossen, moeten leerlingen eerst de opgave lezen en begrijpen. Als ze de wiskundetaak goed begrijpen, dan zal hun begrip van het probleem hen leiden in de keuze van de wiskundige operaties die ze gaan gebruiken (Krulik, 1980). Tekstbegrip is de eerste stap in het wiskundig oplossingsproces en daarom wordt lezen vaak als eerste genoemd in verschillende stappenplannen voor het oplossen van wiskunde problemen (Helwig, e.a. 1999; Pape 1998). Dit lezen en begrijpen van wiskundeopgaven is een complexe, doelgerichte tekstverwerkingsactiviteit (DeCorte en Verschaffel, 1991). In dit onderzoek willen we nagaan wat het lezen en begrijpen van teksten uit het wiskundeboek nu precies moeilijk maakt.

We zijn geïnteresseerd in de rol die de eigenschappen van *teksten* in het *leesproces* in het *wiskundeonderwijs* spelen. We willen nagaan of en waar de potentiële struikelblokken in deze teksten zitten voor beoogde lezers van deze teksten (vmbo-brugklas-leerlingen). Om deze vraag te kunnen beantwoorden, gaan we uit van het interactieve leesmodel van Van Dijk en Kintsch (1983), zoals we in hoofdstuk 2 van dit proefschrift uiteen gezet hebben. In navolging van Hacquebord (1989) onderscheiden we drie tekstverwerkingsniveaus: het microniveau, het mesoniveau en het macroniveau. Met het microniveau verwijzen we naar het begrip op het woord- en zinsniveau, met het mesoniveau naar het begrip van zinnen/tekstgedeelten binnen de alinea en met het macroniveau naar het begrip van de tekst als geheel (zie paragraaf 2.1, pagina 15).

We nemen de beschreven niveaus van tekstanalyse als uitgangspunt en proberen potentiële struikelblokken voor leerlingen die wiskundeteksten aan het lezen zijn op deze niveaus te identificeren. We gaan er hierbij vanuit dat een tekstanalyse een afspiegeling vormt van het lezen en verwerken van de tekst. Volgens deze benadering worden tekst-eigenschappen gerelateerd aan een procesmodel van verwerking. Op deze manier kunnen verwachtingen worden uitgesproken over de moeilijkheden die een lezer zal ondervinden bij het begrijpen van de tekst. Als bijvoorbeeld uit de tekstanalyse blijkt dat

een tekst veel voor de lezer moeilijke woorden bevat, dan kan verwacht worden dat de lezer tijdens het verwerken van de tekst op het microniveau problemen zal ondervinden.

Deze analyse van verschillende tekstniveaus vindt in traditioneel leesbaarheidsonderzoek niet plaats. In leesbaarheidsonderzoek wordt vaak geprobeerd de leesbaarheid weer te geven in formules (Staphorsius, 1994). In de meeste onderzoeken naar deze leesbaarheid is een poging gedaan om tot een objectieve procedure te komen. De meeste bekende formules richten zich op eigenschappen van de tekst die objectief meetbaar zijn, zoals de gemiddelde lengte van woorden en van zinnen, de frequentie van woorden, het aantal ingebedde zinnen. Een voorbeeld van zo'n formule, is de leesbaarheidsformule CLIB (CITO LeesIndex voor het Basis en speciaal onderwijs) van Staphorsius en Krom (1985). Hierbij wordt gebruik gemaakt van de gemiddelde woordlengte, de gemiddelde zinslengte, de verhouding tussen het aantal frequente woordvormen en het totaal aantal andere woorden, het aantal verschillende woordvormen in de eerste 250 woorden van een tekst. De formules zijn gebaseerd op de veronderstelling dat de begrijpelijkheid van tekst correleert met bepaalde teksteigenschappen. De gemiddelde woordlengte en gemiddelde zinslengte zijn variabelen die in de meeste formules voorkomen. Hoewel de formules zich dus alleen richten op de oppervlaktekenmerken en niet op de vraag wat de lezer moet doen bij het begrijpen van de tekst, hebben ze wel vaak een predictieve waarde voor de begrijpelijkheid van teksten.

Om de eigenschappen van wiskundeteksten te onderzoeken zullen we een analyse maken van het micro- en mesoniveau van de teksten. Het tekstuele macroniveau laten we buiten beschouwing, omdat het op dit niveau ook gaat om buitentekstuele informatie, namelijk de voorkennis van de lezer. Dit niveau is daarom niet alleen met behulp van een tekstanalyse te onderzoeken.

3.1.1 Struikelblokken op het microniveau

Als we op zoek willen gaan naar potentiële talige struikelblokken op het microniveau, dan hebben we het over problemen op niveau van de woorden van de tekst. Het hebben van de juiste woordenschat is een cruciale voorwaarde voor het begrijpen van teksten (zie ook hoofdstuk 2 van dit proefschrift). Woordkennis is voor een groot deel bepalend voor tekstbegrip (Freebody en Anderson, 1983; Bossers, 1992). De grootte van de woordenschat is een voorspeller voor zowel succes bij begrijpend lezen als bij het leren in alle vakken.

Om mogelijke problemen op het woordniveau van de tekst te beschrijven, is het belangrijk om een onderscheid te maken tussen de verschillende typen vocabulaire. In navolging van Cummins (1996) onderscheiden we dagelijkse woordenschat en zogenaamde schoolwoordenschat. De dagelijkse woordenschat is onderdeel van het soort taalvaardigheid dat in alledaagse situaties nodig is (BICS: Basic Interpersonal Communicative Skills) en schoolwoordenschat is onderdeel van de schoolse taalvaardigheid (CALP: Cognitive Academic Proficiency). Op grond van deze theorie van Cummins (1996) maken we een onderscheid tussen dagelijkse woordenschat, en onderscheiden we binnen de schoolwoordenschat schooltaalwoorden en vaktaalwoorden:

- **Dagelijkse woorden:** woorden uit de context van het leven van alledag. Vaak zijn de hoogfrequente dagelijkse woorden wel bij leerlingen bekend, hoewel ze niet alle

betekenissen van zo'n woord beheersen. Leerlingen kunnen problemen hebben met bijvoorbeeld onbekende laagfrequente dagelijkse woorden, laagfrequente synoniemen voor een bekend woord, beeldspraak of verbindings- en verwijzwoorden (Hajer en Meestringa, 1995)

- **Schooltaalwoorden:** woorden die specifiek zijn voor schoolboeken en die in de interactie in de klas veel gebruikt worden. Dit zijn vaak abstracte begrippen en instructiewoorden (Hajer en Meestringa, 1995)
- **Vaktaalwoorden (wiskundewoorden):** woorden die alleen in de context van een schoolvak, in dit geval de wiskunde, gebruikt worden. Deze woorden zijn vaak lastig door hun wetenschappelijk perspectief, maar ook omdat ze in het dagelijks leven vaak een andere betekenis hebben dan in het vak, de wiskunde. Als vaktermen uit moeilijke samenstellingen bestaan kunnen ze voor leerlingen lastig zijn (Hajer en Meestringa, 1995).

Sommige leerlingen hebben te weinig kennis van schooltaalwoorden en vaktaalwoorden om zonder problemen het onderwijs te kunnen volgen. De dagelijkse woorden zijn bij leerlingen vaak wel ontwikkeld, omdat ze die verworven hebben in alledaagse situaties buiten de school. Pas in schoolse situaties komen sommige leerlingen, waaronder vaak allochtone leerlingen, in aanraking met het cognitief abstracte taalgebruik dat nodig is in het onderwijs en komen ze in de gelegenheid schooltaalwoorden te leren (Hajer en Meestringa, 1995).

Naast het type woordenschat, speelt ook de frequentie waarmee een woord voorkomt een rol bij het vaststellen van potentiële struikelblokken op het microniveau. Het gaat hierbij om een gemiddelde frequentie van het aantal keren dat woorden in geschreven of gesproken taal voorkomen. Hoogfrequente woorden zijn woorden die veelvuldig voorkomen, waardoor ze op incidentele wijze geleerd kunnen worden. Hierdoor zullen deze woorden eerder tot de basiswoordenschat van leerlingen behoren. Laagfrequente woorden zijn moeilijker te leren doordat ze minder voorkomen, het vaak abstracte woorden zijn, een ongebruikelijke vorm ('bagage') hebben, of behoren tot formeel taalgebruik. Leerlingen die in een rijk talig milieu opgroeien, worden met veel taalaanbod in veel mogelijke contexten en situaties geconfronteerd. Zij hebben dus meer kans om de hoogfrequente woorden incidenteel te leren.

In de *Basiswoordenlijst van het Nederlands* (De Kleijn en Nieuwborg, 1991) staan 2044 lemma's met de meestvoorkomende of meest elementaire woorden van het Nederlands, waarvan we mogen veronderstellen dat leerlingen in de brugklas van het voortgezet onderwijs ze kennen. In een willekeurige tekst zullen de 1000 meest frequente woorden van het Nederlands ongeveer 75% van het woordgebruik uitmaken. De 2000 meest frequente woorden zullen gemiddeld 80% van het woordgebruik in een willekeurige verzameling teksten dekken (Verhallen en Verhallen, 2003). Dit dekkingspercentage is een belangrijke maat bij het vaststellen van de moeilijkheidsgraad van teksten (Andringa en Hacquebord, 2000a). Voor het begrip van hoofdzaken moet 90% van de woorden uit een tekst bekend zijn, voor begrip van details geldt een dekkingspercentage van 95% (De Glopper, Schouten-van Parreren en Daalen-Kapteijns, 1993).

Uit deze gegevens kunnen we concluderen dat voor het begrijpen van teksten uit de zaakvakken kennis van de meest voorkomende 2000 woorden dus niet voldoende is: het percentage bekende frequente woorden (80%) is niet voldoende om tot begrip te komen (90%). Dit komt voornamelijk doordat in een vakleertekst naar schatting zo'n 25% tot 40% van alle gebruikte woorden uit laagfrequente woorden bestaat (Verhallen en Verhallen, 2003). Een deel van deze woorden zullen leerlingen wel kennen, maar een groot deel van deze woorden zal voor leerlingen onbekend en daarom lastig zijn. Naast deze laagfrequente woorden vind je in zaakvakteksten natuurlijk ook veel schooltaalwoorden en vaktaalwoorden. Omdat de vaktermen dragers zijn van vakkennis, zijn ze voor leerlingen in een onderwijssituatie vaak nieuw of zijn ze recent verworven.

In ons onderzoek naar potentiële struikelblokken binnen de wiskundeteksten is het goed te bedenken dat wiskundeproblemen vaak bestaan uit korte tekstjes waarbij elk woord belangrijke informatie verschaft voor het succesvol oplossen van het probleem. Het wiskundig register op het microniveau bestaat onder andere uit (1) woorden en termen die binnen de wiskunde anders geïnterpreteerd worden dan in het dagelijks leven en uit (2) specifieke wiskundige termen.

In de eerste plaats bestaat het wiskundig register dus uit lexicale elementen die uit de alledaagse taal geleend worden en opnieuw worden geïnterpreteerd in een wiskundige context. Dit zijn bijvoorbeeld woorden als '*tafel*', '*som*', '*punt*', '*veld*', Er moet bij deze woorden een duidelijk onderscheid gemaakt worden tussen de wiskundige en de dagelijkse betekenis van een term. Daarbij is de wiskundige betekenis meestal vastomlijnder dan de dagelijkse betekenis, omdat in de wiskunde begrippen en eigenschappen goed omschreven moeten worden.

Ten tweede komen in het wiskundig register woorden en termen voor die alleen of in de eerste plaats in het domein van de wiskunde geïnterpreteerd worden. Het zijn veel technische termen (Pimm, 1987) die vaak afkomstig zijn uit het Grieks en Latijn, zoals *parabool* en *coëfficiënt*. Andere typische wiskundige vaktermen zijn bijvoorbeeld *vierkantswortel*, *evenredig*, *richtingscoëfficiënt*, *stelsel*, *middelloodlijn*, *histogram*. Naast geïsoleerde vocabulaire items, moeten we ook denken aan vaak gebruikte uitdrukkingen als de *grootste gemeenschappelijke deler* en *als en alleen als*. In navolging van Steinert (1991) zouden we bovendien kunnen stellen dat symbolen, formules, modellen en schema's, tabellen en grafieken ook tot de vaktaalcomponent van het register behoren.

Tot slot zien we dat in relatie tot het wiskundig register bepaalde schooltaalwoorden vaker voorkomen dan binnen andere vakken, zoals bijvoorbeeld: *gelijk aan*, *als ... dan*, *daaruit volgt*, *alle*, *sommige*, ... Buiten de vaktaal waarmee wiskundetaken opgebouwd worden, moeten leerlingen vertrouwd raken met de beschrijvende schooltaal waarin over het wiskundig handelen gesproken wordt met termen als: *definitie*, *eigenschap*, *kenmerk*, *verklaar ...*, *bereken...*, *los op ...*, *construeer ...*, *vraagstuk* en specifieke visuele taal van tekeningen en wiskundige voorstellingen.

3.1.2 *Struikelblokken op het mesoniveau*

Om de potentiële talige struikelblokken bij wiskundeteksten te inventariseren, moeten we niet alleen naar het woordniveau van de tekst kijken. Zoals we uit de theorie over het leesproces kunnen afleiden is de informatie op het microniveau niet de enige informatie die de lezer gebruikt om tot begrip van een tekst te komen. Ook de informatie op het mesoniveau speelt een rol. Als deze informatie op het mesoniveau niet goed verwerkt wordt, bijvoorbeeld omdat deze te onduidelijk is, dan kost het de lezer moeite om de verschillende tekstonderdelen tot een samenhangend geheel te verbinden en is de tekst moeilijker te begrijpen. Om te analyseren wat het lezen en begrijpen van wiskundeteksten moeilijk maakt, moeten we ook de mogelijke struikelblokken op het mesoniveau beschrijven.

Op het mesoniveau moet een lezer de informatie uit verschillende zinnen/tekstgedeelten adequaat combineren om tot begrip van het een geheel te kunnen komen. De lezer moet hierbij afleidingen kunnen maken en tekstverbanden kunnen begrijpen. Op dit niveau is sprake van een interactie tussen lagere- en hogere-orde processen: kennis en automatische verwerking van met name functiewoorden zoals verbindingswoorden, anafora en signaalwoorden enerzijds en het maken van inferenties anderzijds. Het is cruciaal dat een lezer in staat wordt gesteld om deze verbindingen goed te leggen, daarom helpt het de lezer wanneer de tekst aanwijzingen bevat die de relaties tussen de informatie-eenheden expliciteren.

Allereerst kunnen zinnen pas begrepen worden als de context van zo'n zin duidelijk is. Een zin als 'Hij komt morgen om 10 uur naar me toe' is pas te begrijpen als we weten naar welke referenten de elementen *hij*, *morgen*, *10 uur* en *me* verwijzen. De situationele context helpt in dit geval de lezer om coherentie tot stand te brengen. Opeenvolgende zinnen in een tekst hangen met elkaar samen doordat ze naar dezelfde entiteiten verwijzen (*referentiële coherentie*) en doordat er bepaalde inhoudelijke relaties tussen die zinnen bestaan (*relationele coherentie*).

Bij referentiële coherentie gaat het om elementen die binnen een tekst verwijzen naar dezelfde entiteit. Deze coherentie wordt door onder andere definiëte naamwoordgroepen en pronomina uitgedrukt (Bos-Aanen, Sanders en Lentz, 2001). De begrijpelijkheid van een tekst wordt beïnvloed door de toegankelijkheid van de referent. Hoe toegankelijk een referent is, hangt af van de vraag hoe sterk die referent op de voorgrond staat. Als bijvoorbeeld de referentiële afstand tussen twee uitingen groot is, dan is de referent minder toegankelijk voor de lezer waardoor deze meer moeite zal hebben met het begrijpen van de relatie (Ehrlich en Rayner, 1983). Uit onderzoek van Verhoeven (1991) blijkt dat leerlingen verwijzingen naar tijd, personen, ruimte relatief eenvoudig te begrijpen vinden. Verwijzingen naar tekstgedeelten vinden ze moeilijker, en verwijzingen naar handelingen en gebeurtenissen die in de tekst beschreven worden complex, omdat daarbij een groot beroep wordt gedaan op het werkgeheugen van lezers.

Relationele coherentie wordt in de regel beschreven in termen van coherentierelaties (Sanders, Spooren en Noordman, 1992) zoals oorzakelijke, temporele, contrastieve en concessieve relaties. Sanders en Noordman (2000) constateerden dat zowel het type

coherentierelatie als de markering van die relatie de tekstverwerking beïnvloedt. Een sterk organiserende relatie als een probleemoplossingsrelatie bleek te leiden tot snellere verwerking en ook een betere reproductie dan die het geval was bij een zwak organiserende coherentierelatie zoals de opsommingrelatie. Explicitering van de coherentierelatie zorgde voor een snellere verwerking van de tekst, maar had geen effect op de reproductie.

Hajer en Meestringa (1995) hebben een beschrijving gegeven van de moeilijkheid van schoolboekteksten en de moeilijkheden die allochtone leerlingen ondervinden met deze teksten. Zij stellen dat in schoolboeken veel reeks relaties, oorzaak-gevolg relaties, middel-doel relaties, tegenstelling-afzwakking relaties en reden-verklaring relaties voorkomen. Vooral de oorzaak-gevolg relaties worden in een schoolboektekst vaak impliciet gelaten. Hajer en Meestinga (1995) constateren dat NT2-leerlingen vooral fouten maken als hen gevraagd wordt naar impliciete relaties in een tekst. Voor NT2-leerlingen die problemen ondervinden met de schoolboekteksten zullen deze problemen toenemen als ze vragen bij deze teksten moeten beantwoorden.

In het proces van *top-down* en *bottom-up* verwerking spelen coherentierelaties dus een belangrijke rol. Niet alleen de aard van de coherentierelaties is van invloed op het leesproces, ook de wijze waarop structuur en relaties in de tekst expliciet worden gemaakt is van belang (Sanders en Spooren, 2002). Als de verbanden tussen de zinnen expliciet worden gemaakt door bijvoorbeeld signaalwoorden, markeringen, kopteksten, titels en paragraafindeling, dan wordt de lezer geholpen met het verwerken van de tekst. Vooral wanneer de lezer de voorkennis ontbeert die voor het begrijpen van de tekst wenselijk is, hebben expliciete relaties een duidelijke, steunende rol (Land, Sanders, Lentz en Van den Bergh, 2002).

Daarnaast is de informatie die letterlijk in een tekst staat meestal niet voldoende om de tekst te begrijpen. Het is vaak nodig om zogenoemde inferenties te maken. De lezer gebruikt dan zijn wereldkennis om informatie toe te voegen aan de tekst.

Uit onderzoek is gebleken dat er verschillende struikelblokken te vinden zijn op het mesoniveau in het specifieke geval van wiskundeteksten (Shuard en Rothery, 1984). Op het mesoniveau bestaat het wiskundig register onder andere uit (1) karakteristieke zinsbouw en (2) argumentatieregels en stijlen.

Shuard en Rothery (1984) stellen dat in wiskundeteksten vaak complexe zinsconstructies worden gebruikt. Het taalgebruik van de wiskunde is vaak zeer gecomprimeerd en abstract (Steinert, 1991). Zinnen zijn bijvoorbeeld vaak gedepersonaliseerd: *de steen is gewogen* (door het gebruik van een passief) of *beschouw de volgende vergelijking* (door het gebruik van een imperatief). Een ander specifiek syntactisch kenmerk zien we bijvoorbeeld in het gebruik van implicatieconstructies. Het woord '*als*' wordt in de wiskunde dan ook nauwelijks in andere dan conditionele zin gebruikt. Daarnaast komen er bijvoorbeeld veel passieve zinnen in voor, wordt er vaak gebruik gemaakt van logische implicaties (zoals '*als...dan...*') en komen comperatieven in structuren als '*groter dan*', '*minder dan*', '*evenveel als*' '*drie keer meer dan*' vaak voor.

In het wiskundig register wordt ook gebruik gemaakt van specifieke argumentatieregels en stijlen. Er wordt veel gebruik gemaakt van metaforen, bijvoorbeeld als gesteld wordt de *functie is een machine* of als er gesproken wordt over de *helling* op een bepaald punt in een curve (Pimm, 1987).

Ook de structuur van de wiskundeopgave is een potentieel struikelblok in wiskundeteksten (DeCorte en Verschaffel, 1991). DeCorte en Verschaffel constateerden dat de semantische structuur van een opgave als *‘Jan heeft 3 appels, Kees heeft er 5 meer, hoeveel appels heeft Kees?’* door leerlingen veel moeilijker wordt gevonden dan *‘Jan heeft 3 appels, Kees heeft er 5, hoeveel appels hebben ze samen?’*, terwijl voor beide operaties 3 en 5 moeten worden opgeteld. De onderliggende structuur waarin de informatie op het mesoniveau wordt gepresenteerd bepaalt hier voor leerlingen het probleem. Uit verder onderzoek is gebleken dat als de structuur van de opgave expliciet aanwezig is, leerlingen beter presteren bij het oplossen van redactieopgaven. DeCorte en Verschaffel (1991) geven hiervoor als verklaring dat leerlingen steun ondervinden van een herkenbare structuur bij het begrijpen van de opdracht: zij zijn minder afhankelijk van de informatie die op het microniveau wordt aangeboden.

3.2 Onderzoeksvragen

Het tekstbegrip van wiskundige opgaven zou een probleem kunnen vormen voor leerlingen. Om meer inzicht te krijgen in de linguïstische aspecten van het wiskundeboek, wordt in dit hoofdstuk een analyse van een hoofdstuk uit het wiskundeboek *Moderne Wiskunde* gepresenteerd. Centraal staat daarbij de vraag welke eisen aan de tekstbegripvaardigheid van leerlingen worden gesteld om wiskundesommen te begrijpen.

De eerste vraag in dit onderzoek luidt:

Welke potentiële struikelblokken zijn er op het microniveau van de wiskundeteksten voor vmbo-brugklas-leerlingen?

De tweede vraag luidt:

Welke potentiële struikelblokken zijn er op het mesoniveau van de wiskundeteksten voor vmbo-brugklas-leerlingen?

We maken een inventarisatie van de tekstkenmerken op het micro- en mesoniveau van teksten uit het wiskundeboek. In de volgende paragraaf zullen we eerst een beeld schetsen van de gebruikte wiskundemethode, voor we overgaan tot het beschrijven van de analysemethoden en de resultaten daarvan.

3.3 Materiaal

De gepresenteerde analyse heeft betrekking op hoofdstuk 5 uit deel 1 van methode *Moderne Wiskunde*. In dit hoofdstuk wordt het onderwerp *Grafieken* behandeld. De keuze voor dit hoofdstuk is gemaakt, omdat dit hoofdstuk behandeld werd in de lessen die door

het NMPS-project zijn opgenomen en geanalyseerd. In het NMPS-project werd op College De Zon deel 1 mavo-havo (vwo) van de methode *Moderne Wiskunde* gebruikt en op het Regenboog College deel 1 vbo-mavo. Eerst geven we een korte beschrijving van de gehele methode.

3.3.1 De wiskundemethode

De gebruikte methode *Moderne Wiskunde* is een wiskundemethode die wordt uitgegeven door Wolters Noordhoff. De methode biedt leer- en onderwijsmiddelen voor alle onderwijsfasen: de basisvorming, het vmbo en de Tweede Fase. In 2003 is de 8^e editie van deze methode al op de markt verschenen, maar in dit onderzoek is de 7^e editie uit 1998 gebruikt.

De methode bestaat uit verscheidene werkboeken voor verschillende niveaus van het secundair onderwijs. Voor elke klas en voor elk schooltype biedt *Moderne Wiskunde* een eigen boek, voorzien van ondersteunend materiaal. Voor elk leerjaar zijn er verschillende paralleldelen. In de 7^e editie uit 1998 zijn er voor klas 1 en 2 vier paralleldelen: vbo, vbo-mavo, mavo-havo(vwo) en havo-vwo. Deze delen hebben een inhoudelijke overlap, zodat overstappen van het ene deel naar het andere deel altijd mogelijk is. Dit is gedaan door gebruik te maken van een ‘dakpanconstructie’: in de onderbouw bevat ieder hoofdstuk twee pagina’s verbreding en/of verdieping, de ‘Plusparagraaf’. Hierin staat de extra stof die een overstap naar een ‘hoger’ deel mogelijk maakt.

De bedoeling van uitgever Wolters Noordhoff is dat *Moderne Wiskunde* een methode is, waarin gewerkt wordt volgens de principes van de Realistische Wiskunde (Staal, persoonlijke communicatie, 10 november 1999). Door gebruik te maken van contextuele opdrachten willen de auteurs de leerlingen uitdagen iets te leren dat ze ook in het dagelijks leven kunnen gebruiken. De auteurs hadden de intentie om bij het beschrijven van de contexten niet te lange verhaaltjes te schrijven en niet te veel moeilijke woorden te gebruiken (Staal, persoonlijke communicatie, 10 november 1999). Daarbij is overigens niet stilgestaan bij multiculturele aspecten in deze contexten. Wel zijn namen van allochtonen gebruikt in de opgaven, ontleend aan de onderwijspraktijk van de auteurs. Deze auteurs zijn alle van Nederlandse afkomst en werken vaak als docent in het voortgezet onderwijs.

Elke paragraaf begint met een opgave waarin nieuwe stof wordt aangeboden. Daarna volgt een stukje theorie waarin deze stof ‘bevestigd’ wordt. De Realistische Wiskunde in *Moderne Wiskunde* wordt zichtbaar in de contexten die gekozen zijn voor de opgaven. In de methode *Moderne Wiskunde* worden geen sommen zonder context aangeboden. Er zijn dus geen rijtjes met sommen in het wiskundeboek te vinden.

Moderne Wiskunde is een kleurrijk wiskundeboek. Elke paragraaf beslaat precies twee bladzijden en de structuur van de hoofdstukken is weerspiegeld in het kleurgebruik van de pagina’s:

- De basisinhoud staat op de witte bladzijden.
- De samenvatting en de toetsafdeling staan op roze bladzijden.
- De differentiatieparagrafen staan op gele bladzijden.

De inhoud die leerlingen zouden moeten *kennen* staat binnen een rood tekstkader. De informatie die de leerlingen zouden moeten kunnen *toepassen* wordt weergegeven in een blauw tekstkader. Alle teksten die geen onderdeel van een wiskundetaak zijn (bijvoorbeeld de introductie op het hoofdstuk) worden met een blauwe lijn in de marge aangegeven. Verder staan er veel illustraties in het wiskundeboek: zowel foto's als tekeningen worden gebruikt. Wat betreft de lay-out van de pagina's kunnen we vaststellen dat *Moderne Wiskunde* een rustige en heldere bladspiegel kent. De opgaven zijn goed geconstrueerd: het is duidelijk wanneer de vragen voor de leerlingen beginnen en wat tot de introductie behoort.

3.3.2 *De delen van de wiskundemethode*

Zoals gezegd zijn er in de 7^e editie van *Moderne Wiskunde* (Breugel e.a., 1998; Van den Born e.a., 1998) voor klas 1 vier paralleldelen in de methode *Moderne Wiskunde*: er is een vbo-deel, vbo-mavo-deel, mavo-havo(vwo)-deel en havo-vwo-deel. Deze delen zijn elk weer verdeeld in twee leerboeken: een a-boek en een b-boek. Het a-boek bestaat uit tien hoofdstukken, bedoeld voor de eerste twee trimesters en het b-boek bevat vijf hoofdstukken, bedoeld voor het derde trimester.

Over het algemeen kunnen we stellen dat de verschillen tussen het vbo-mavo- en het mavo-havo-deel niet groot zijn: in beide boeken worden dezelfde opgaven en instructieblokjes aangeboden. Alleen de volgorde waarin deze opgaven en instructie in het hoofdstuk worden gepresenteerd, verschilt soms. Bij het mavo-havo-deel staan af en toe ook wat extra deelvragen bij een opgave.

Ook is er inhoudelijk een aantal kleine verschillen op te merken. Deze hebben alle doorgaans betrekking op de manier waarop de stof wordt gepresenteerd. Van mavo-havo-leerlingen wordt verwacht dat leerlingen de theorie eerst zelf ontdekken. In het mavo-havo-deel maken de leerlingen twee opgaven voordat ze de theorie krijgen en krijgen ze één opgave om de theorie op toe te passen. De vbo-mavo-leerlingen worden vaak meer aan de hand genomen bij de introductie van nieuwe stof: in dit deel wordt er vaak voor gekozen om eerst de theorie uit te leggen, waarna leerlingen zelf opdrachten mogen maken. Van de mavo-havo-leerlingen verwachten de auteurs waarschijnlijk dat zij beter in staat zijn om de wiskunde zelf te ontdekken dan de vbo-mavo-leerlingen.

3.3.3 *De opbouw van het vbo-mavo deel*

In deze analyse zullen wij ons richten op een hoofdstuk uit het a-boek van het vbo-mavo-deel (Breugel e.a., 1998). In dit deel worden verschillende onderwerpen behandeld. Leerlingen maken kennis met ruimtelijke figuren, ze leren werken met verhoudingen en procenten, en worden voorbereid op het aflezen en verwerken van informatie in grafieken, waar ze in hoofdstuk 5, 7 en 12 mee aan de gang gaan. Elk hoofdstuk heeft dezelfde opbouw. Na de titelpagina van het hoofdstuk, met daarop een korte kolom met informatie over het hoofdstuk, begint de eerste paragraaf. Zoals gezegd beslaat elke paragraaf precies twee bladzijden. De indeling van een hoofdstuk ziet er als volgt uit:

- De Instap (duur: dertig minuten).
Elk hoofdstuk begint met een Instap-paragraaf waarin het onderwerp van het hoofdstuk geïntroduceerd wordt. Het is mogelijk dat de leerlingen deze instapopgaven zelfstandig maken, maar er kan ook in de klas over gepraat worden.
- Vijf paragrafen waarin de inhoud wordt behandeld. (duur: vijf lessen).
Op een inductieve wijze wordt vervolgens in de volgende paragrafen de te leren stof geïntroduceerd: leerlingen komen door allerlei opdrachten eerst met aspecten van het onderwerp in aanraking en krijgen pas later de theorie gepresenteerd. De belangrijke stof wordt in gekleurde kaders aangegeven: in rode kaders staat de stof die de leerlingen moeten leren, in blauwe kaders de stof die ze moeten kunnen toepassen.
- Samenvatting van de inhoud die in het hoofdstuk wordt besproken en behandeld.
De samenvatting is ook verdeeld in stof die de leerlingen moeten leren en in stof die ze moeten kunnen toepassen.
- Testbeeld (duur: dertig minuten, kan in combinatie met de samenvatting).
Na de samenvatting van het hoofdstuk kunnen leerlingen een diagnostische toets maken. Leerlingen kunnen hun eigen kennis van de inhoud testen door de problemen op te lossen die in de toetsparagraaf wordt aangeboden.
- Extra Oefeningen (duur: één les voor de Extra Oefeningen).
Leerlingen kunnen afhankelijk van de toetsuitkomst herhalingsopdrachten of verdiepingsopdrachten uitvoeren. De oefeningen dienen als voorbereiding op de definitieve test.
- Gemengde Oefeningen.
Oefeningen waarvoor de leerlingen meer inzicht in de inhoud nodig hebben.
- Plusparagraaf.
Deze paragraaf geeft de leerling een kans om moeilijkere oefeningen te maken.

Samen met de les waarin het proefwerk gemaakt wordt, heeft een docent dus ongeveer acht lessen nodig om één hoofdstuk uit het wiskundeboek te behandelen.

3.3.4 *Het geanalyseerde hoofdstuk*

Onze analyse zal zich richten op één hoofdstuk van het beschreven wiskundeboek: hoofdstuk 5 uit het a-boek van het vbo-mavo-deel van *Moderne Wiskunde*. Dit hoofdstuk is namelijk behandeld in de lessen die op video opgenomen zijn in het kader van het eerder genoemde NMPS/NWO-project “Interactie in de multiculturele klas”. In dit 5^e hoofdstuk komen de leerlingen voor het eerst in aanraking met het onderwerp ‘grafieken’.

De Instap, waar het hoofdstuk mee begint, gaat over de functie van grafieken in het algemeen. In deze eerste paragraaf van het hoofdstuk hoeven leerlingen slechts globaal naar grafieken te kijken. In de paragraaf worden de basisconcepten ‘stijgen’, ‘dalen’ en ‘constant blijven’ geïntroduceerd. Leerlingen moeten in grafieken aan kunnen geven of de lijn stijgt, daalt of constant blijft. In de volgende paragraaf leren leerlingen om grafieken af te lezen. Welk getal op de verticale hoort bij welk getal op de horizontale as? Vanaf de derde paragraaf moeten leerlingen zich meer op details concentreren. Leerlingen moeten dan bijvoorbeeld kijken of de grafiek snel of langzaam stijgt. In de laatste twee paragrafen van hoofdstuk 5 moeten leerlingen zelf grafieken tekenen. Ze krijgen instructies over de indeling van een assenstelsel.

Na de basisstof eindigt het hoofdstuk met extra stof: de *samenvatting*, het *testbeeld* (een diagnostische toets), een *tussendoortje* (een toepassing van de stof), *extra oefeningen* (gebaseerd op de basisstof), *gemengde opdrachten* (opdrachten die iets moeilijker zijn dan de opdrachten uit de basisstof) en een *plusparagraaf* (met nieuwe stof). Deze structuur vinden we – zoals we hiervoor al zagen – in elk hoofdstuk, wat voor leerlingen heel herkenbaar is.

De *samenvatting* bestaat eigenlijk uit alle bijeengebrachte instructieblokken die in de basisstof van het hoofdstuk zijn gebruikt. De meeste instructieblokken zijn letterlijk uit het hoofdstuk overgenomen: de rode of blauwe titel verwijst naar het soort instructie. Het is dan ook opvallend dat er ook een extra instructieblok aan de samenvatting is toegevoegd, namelijk over het ‘assenstelsel’. Hier wordt de leerlingen voor de eerste keer expliciet verteld dat ze bij het tekenen van een assenstelsel langs beide assen getallen moeten zetten volgens bepaalde conventies. In de basisstof van het hoofdstuk komt dit verder niet aan de orde, maar in de Plusparagraaf (die alleen bedoeld is voor leerlingen die moeilijker opgaven aankunnen) komt dit blokje wel voor. Het is dus vreemd dat deze instructie in de samenvatting terecht komt, hoewel de stof ook voor leerlingen die de basisstof moeten kennen zeker interessant en belangrijk is. Verder zien we ook dat de tekst die bij het blokje ‘*Hoe teken je een grafiek bij een tabel?*’ anders is dan de tekst die bij de oorspronkelijke instructie werd gebruikt. In deze tekst wordt namelijk voor het eerst gezegd waarom je een zaagtand moet gebruiken. De samenvatting wil dus uitgebreider zijn dan de basisstof in het hoofdstuk.

In de *Gemengde Opdrachten* wordt hogere moeilijkheidsgraad van de opdrachten vooral bepaald doordat er andere (minder bekende) situaties in de opgaven worden beschreven. In de paragraaf met *Plusopdrachten* wordt ook nieuwe stof geïntroduceerd: er wordt de leerlingen duidelijk gemaakt wat de gevolgen zijn van het niet tekenen van een zaagtand in een grafiek en ze leren omgaan met ontbrekende waarden. Leerlingen moeten in grafieken proberen te achterhalen wat er fout is gegaan. Alleen in de laatste opdrachten moeten ze zelf een grafiek met zaagtand en ontbrekende waarden tekenen.

In dit hoofdstuk worden nieuwe elementen eerst terloops geïntroduceerd, voordat de aandacht van de leerling expliciet op dit nieuwe element wordt gevestigd. Leerlingen krijgen dus eerst de mogelijkheid om zelf deze nieuwe informatie te verwerken en zelf op onderzoek uit te gaan om zo inzicht te verkrijgen.

Over het algemeen kunnen we stellen dat de structuur van het hoofdstuk goed wordt gemarkeerd. Elke paragraaf bestaat uit precies twee bladzijden en boven elke paragraaf staat een duidelijk nummer. Bovendien geeft de titel van de paragraaf steeds goed het centrale onderwerp weer.

3.3.5 De wiskundeteksten

We hebben hiervoor al een onderscheid gemaakt tussen twee soorten teksten in het wiskundeboek: de opgaveteksten en instructieve teksten. Onder opgaveteksten verstaan we alle teksten waarin de context en de deelvragen van de opgave worden gepresenteerd. Met instructieve teksten bedoelen we de korte stukjes informatieve tekst (instructieblokken) die hier en daar in het hoofdstuk, maar vooral in de samenvatting voorkomen.

De informatie van de opgaveteksten kent doorgaans een heldere structuur, namelijk één of twee introducerende zinnen waarin de context wordt geschetst en daarna één of twee zinnen waarin de daadwerkelijke opgave wordt ingeleid. Een voorbeeld van een dergelijk stramien is bijvoorbeeld: *Elk jaar op zijn verjaardag wordt Peter gemeten. Hiernaast zijn al zijn lengten in een grafiek gezet.* Na deze introductie begint de eerste deelvraag. Meestal worden er vier deelvragen bij een opgave gesteld.

De wiskundige opgaven in *Moderne Wiskunde* worden alle gepresenteerd in contexten uit het dagelijkse leven. Deze context wordt op een taalkundige manier geconstrueerd. Een paar zinnen aan het begin van elk probleem beschrijven de situatie waarbinnen het wiskundige probleem moet worden opgelost. We hebben een inventarisatie van de gebruikte contexten per opgave en instructietekst uit het hoofdstuk Grafieken gemaakt. De resultaten worden weergegeven in Tabel 18.

Tabel 18 Contexten in opgaven en instructieteksten gebruikt in de basisstof van hoofdstuk 5 uit van *Moderne Wiskunde*, deel 1a vbo-mavo

Contexten in Basisstof	Frequentie van voorkomen
Weer	14
Gewicht	4
Hartslag / Polsslag	2
Lengte	2
Tijd – Afstand Sporter	2
Humeur	1
Inhoud olietank	1
Lichaamstemperatuur	1
Waterverbruik	1

Zoals we in Tabel 18 kunnen zien is er geen duidelijk overkoepelend thema in het hoofdstuk *Grafieken* gekozen. Uit de tabel kunnen we ook aflezen dat in de basisstof de meeste contexten over het meten van de temperatuur gaan. Natuurlijk hebben alle leerlingen dagelijks met de temperatuur en het weer te maken, maar toch is deze uitkomst verrassend in het licht van het doel van de wiskundemethode: dat leerlingen worden uitgedaagd door contexten die ze herkennen uit hun dagelijks leven.

3.4 Analysemethode

Om de potentiële talige struikelblokken op het micro- en mesoniveau van de wiskundeteksten te identificeren zijn eerst alle opgaven en instructieteksten van de basisstof van hoofdstuk 5 uit het vbo-mavo boek via een scanner en OCR (optical character recognition) overgenomen en digitaal als tekst opgeslagen. Alle wiskundeteksten uit de basisstof en de samenvatting zijn onderzocht. Dit zijn 30 wiskundeteksten: 23 opgaven en 7 instructieve teksten. De wiskundeteksten zijn relatief kort: ze bestaan uit gemiddeld 8,8 zinnen per tekst. In totaal zijn er 264 zinnen met daarin 2545 woorden geanalyseerd. Dit geeft een gemiddelde van 9,6 woorden per zin. Een woord bestaat gemiddeld uit 4,4 letters.

3.4.1 *Microanalyse*

Om de potentiële struikelblokken op het microniveau te identificeren, is gebruik gemaakt van het elektronische tekstanalyseprogramma Textscreen. Dit programma is ontwikkeld door studenten van de Rijksuniversiteit Groningen. Met dit programma is de ‘dekkingsgraad’ van de teksten uit het wiskundeboek berekend. Deze dekkingsgraad van de teksten uit het wiskundeboek geeft het percentage woorden weer dat voorkomt in de twee gebruikte externe criteria. Met ‘het percentage woorden’ wordt hier ‘het percentage *woordtokens*’ bedoeld (het totaal aantal woorden dat voorkomt), te onderscheiden van *woordtypen* (het aantal verschillende woorden dat voorkomt). Als externe criteria zijn twee woordenlijsten gebruikt

De eerste woordenlijst – verder *Lijst 1* genoemd – bestaat uit de woordenlijst die gepubliceerd is in het *Basiswoordenboek Nederlands*. Dit woordenboek bevat de 2044 meest frequente woorden uit het Nederlands (lemma’s). Van leerlingen uit de brugklas van het vmbo mag verwacht worden dat ze de woorden uit dit woordenboek kennen.

De tweede woordenlijst – verder *Lijst 2* genoemd – is gebaseerd op dit Basiswoordenboek, maar is uitgebreid met de “sluis 1”-woorden uit de *Streefwoordenlijst voor de Basisvorming* (Hacquebord en Struiving, 1998). Deze lijst richt zich – in tegenstelling tot de hierboven genoemde Basiswoordenlijst – specifiek op de woordenschat van leerlingen in de basisvorming. De Streefwoordenlijst is samengesteld op basis van de bronlijst van Schrooten en Vermeer (1994) en een corpus van woorden uit schoolboeken uit de Basisvorming. Op deze manier is een lijst tot stand gekomen van woorden die leerlingen nodig hebben in de basisvorming. De woorden in de Streefwoordenlijst zijn op basis van frequentiegegevens ingedeeld in vier sluisen: woorden uit sluis 1 komen frequent voor en zijn daarmee gecategoriseerd als ‘gemakkelijk’, terwijl woorden uit sluis 4 laagfrequent zijn en daarmee ‘moeilijk’. Een hoger sluisnummer duidt dus op een afname in de frequentie waarmee het woord voorkomt. In deze analyse hebben we alleen de woorden uit sluis 1 aan de woorden uit het Basiswoordenboek Nederlands toegevoegd, omdat we een wiskundeboek uit het eerste leerjaar van het vmbo willen onderzoeken.

Door de dekkingsgraad van de teksten met deze twee woordenlijsten te berekenen, kon worden vastgesteld welke woorden in de wiskundeteksten niet gedekt worden, waarbij niet-gedekt betekent dat het woord niet is opgenomen in de gebruikte woordenlijsten en dus niet als bekend verondersteld hoeft te worden bij een brugklasleerling.

Na de berekening van de twee dekkingspercentages, hebben we de niet-gedekte (en dus niet-frequente) woorden uit beide lijsten nader bekeken om inzicht te krijgen in de aard van de potentiële struikelblokken op het microniveau van de teksten. De niet-gedekte woorden hebben we ingedeeld in de eerder beschreven categorieën dagelijkse woorden, schooltaalwoorden of wiskundewoorden. In de praktijk is deze indeling niet geheel eenduidig. Tot de schooltaalwoorden hebben we de woorden gerekend die ook in andere schoolboeken voor zouden kunnen komen en tot de wiskundewoorden rekenden we woorden die als specifiek voor het domein wiskunde gezien konden worden. Door de woorden zo in te delen, konden we vaststellen in welke categorie de meeste niet-frequente woorden voorkwamen.

3.4.2 Mesoanalyses

De potentiële struikelblokken op het mesoniveau zijn bepaald door raadpleging van een panel. Dit panel bestond uit vijf leden: vier letterenstudenten uit Groningen en de onderzoeker. De analyse van het mesoniveau bestond uit vier fasen die we hieronder zullen beschrijven.

Fase 1: intuïtieve beoordeling

In deze fase kreeg het panel alle teksten (zowel de opdrachtteksten als de instructieve teksten) voorgelegd met de vraag alle mogelijke struikelblokken voor leerlingen op het mesoniveau aan te wijzen. De beoordelaars noteerden tijdens een individuele beoordelingsronde welk probleem ze in de teksten aantroffen, waar dit probleem in de tekst zich bevond en waarom zij dachten dat dit tekstuele aspect voor vmbo-brugklasleerlingen lastig zou kunnen zijn.

Fase 2: vaststellen van de problemen en categorieën

Vervolgens zijn alle door de vijf deelnemers van het panel genoemde problemen door de onderzoeker verzameld. Problemen die door meerdere panelleden waren genoemd, zijn teruggebracht tot één probleem en problemen die slechts door één of enkele panelleden werden genoemd, zijn in een discussieronde met het hele panel besproken om vast te stellen of het daadwerkelijk om een potentieel struikelblok zou gaan of niet. Op deze wijze zijn alle genoemde problemen besproken en is een definitieve lijst van mogelijke struikelblokken vastgesteld.

Tevens heeft de onderzoeker in deze fase van de analyse een codeerschema met categorieën voor de genoemde problemen ontwikkeld. Dit is gedaan door de door het panel genoemde problemen in te delen op basis van in de literatuur beschreven fenomenen. Op deze manier is gepoogd een dekkend codeerschema te ontwikkelen, waarmee alle struikelblokken gekarakteriseerd konden worden. We zullen de ontwikkeling van het codeerschema toelichten in de volgende paragraaf.

Fase 3: categoriseren van alle vastgestelde problemen

Vervolgens hebben alle panelleden in een tweede individuele beoordelingsronde de definitief vastgestelde tekstuele struikelblokken op de gezamenlijke lijst gelabeld met de labels uit het door de onderzoeker ontwikkelde codeerschema.

Fase 4: overeenstemming over de gekozen categorieën

Nadat het panel in een eerste individuele ronde de hoofdcategorieën en subcategorieën aan de genoemde problemen had toegekend, zijn deze labels door de onderzoeker per probleem bekeken. De labels van de verschillende panelleden zijn per probleem verzameld en samengevoegd. De overeenstemming tussen de panelleden bij het toekennen was op de hoofdcategorieën groot, maar varieerde op het niveau van de subcategorieën.

Deze verschillen zijn in een discussieronde opnieuw bekeken. Op deze manier is over alle categorieën en subcategorieën overeenstemming bereikt.

3.4.3 De ontwikkeling van het codeerschema

In deze paragraaf zullen we aan de hand van voorbeelden laten zien hoe het codeerschema tot stand is gekomen. Van de potentiële struikelblokken die door het panel zijn gerapporteerd is bekeken welk tekstueel aspect de bron vormt van het probleem. In paragraaf 3.1.2 hebben we beschreven welke potentiële struikelblokken uit de literatuur bekend zijn. Op basis van deze literatuur is een codeerschema ontwikkeld waarmee de diverse struikelblokken kunnen worden geclassificeerd. In dit schema worden de volgende hoofdcategorieën en eventuele subcategorieën onderscheiden.

Referentiële coherentie

Zoals gezegd gaat het bij het referentiële coherentie om uitingen die binnen een tekst verwijzen naar de zelfde referent. Binnen deze hoofdcategorie hebben we verschillende subcategorieën onderscheiden.

Referentiële coherentie door aanwijzende voornaamwoorden

In deze subcategorie nemen we alle verwijzingen door middel van aanwijzende voornaamwoorden op. We onderscheiden twee situaties waarin referentiële coherentie tot stand komt door middel van een aanwijzend voornaamwoord. In de ene situatie verwijst het aanwijzend voornaamwoord naar de voorafgaande zin en in de andere situatie verwijst het aanwijzend voornaamwoord naar het antwoord op een voorafgaande vraag. In Opgave 12, uit paragraaf 3 zien we beide fenomenen voorkomen.

Voorbeeld 1: Opgave 12

- a Wie groeide tussen 6 en 8 jaar het snelst?
- b Hoe kun je **dat** aan de grafieken zien?
- c De grafiek van Niels gaat na zijn veertiende langzamer stijgen.
Wat betekent **dit**?

In deelvraag b *Hoe kun je dat aan de grafieken zien?* verwijst ‘dat’ naar de vraag: *Wie groeide tussen 6 en 8 jaar het snelst?* Hierbij verwijst het aanwijzend voornaamwoord dus naar het antwoord op deelvraag a. En in deelvraag c *Wat betekent dit?* verwijst ‘dit’ naar: *De grafiek van Niels gaat na zijn veertiende langzamer stijgen.* Hierbij verwijst het aanwijzend voornaamwoord dus naar de inleidende zin van deelvraag C. Uit de literatuur weten we dat dit soort verwijzingen naar tekstdelen lastig zijn voor leerlingen.

Referentiële coherentie door bijwoorden

In verschillende teksten worden bijwoorden gebruikt om referentiële coherentie tot stand te brengen. In Opgave 1 in de Instapparagraaf komen er twee voor.

Voorbeeld 2: Opgave I-1

Bij zo'n zonneshijnmeter (zie de foto hiernaast) is de bol een soort brandglas **waar-mee** de zon gaten in een strook papier brandt. Hieronder zie je zo'n strook papier. De getallen **daarbij** geven de tijd aan.

Omdat het voor leerlingen moeilijk kan zijn de referent bij dit soort verwijzingen te identificeren, coderen we alle verwijzingen door bijwoorden.

Referentiële coherentie door inferentie

Referentiële coherentie wordt ook door middel van het maken van inferenties tot stand gebracht. In Voorbeeld 3 zien we een voorbeeld van een fragment waarin een inferentie nodig is.

Voorbeeld 3: Opgave 9

Hiernaast zijn *al zijn lengten in een grafiek* gezet. Door *de punten* is een vloeiende lijn getekend.

De inferentie die leerlingen moeten maken is 'de lengten van Peter zijn met punten in de grafiek gezet' want 'door deze punten is een lijn getekend'. Omdat leerlingen actief hun kennis van de wereld in moeten zetten bij het leggen van dit soort verbanden, hebben we deze waarnemingen in de subcategorie 'inferenties' opgenomen. We onderscheiden dit soort inferenties dus van de inferenties die gemaakt moeten worden op een meer globaal niveau van de tekst (zie de hoofdcategorie 'inferenties').

Referentiële coherentie aan de grafiek

Er wordt verschillende keren aan het concept 'grafiek' gerefereerd. Door het woordgebruik waarmee dat gedaan wordt, wordt echter geen eenduidig beeld van dit concept gevormd. Een voorbeeld zien we in Voorbeeld 4.

Voorbeeld 4: Opgave 12

Tot hun achttiende verjaardag is de tweeling Niels en Diane elk jaar gewogen. In de grafieken hieronder zie je het verloop van hun gewicht.

Het woord *grafieken* suggereert hier wellicht voor leerlingen dat er twee assenstelsels in de opgave worden gepresenteerd. Er blijkt echter verwezen te worden naar één assenstelsel met twee grafieklijnen. In deze subcategorie zijn alle potentieel onduidelijke verwijzingen naar de grafiek(en) opgenomen.

Herhaling van de referent

Binnen een opgave wordt de referentie vaak tot stand gebracht door het herhalen van het zelfstandige naamwoord dat centraal staat in de beschrijving van de context. Zo wordt bijvoorbeeld eerst *een hardloper* geïntroduceerd en wordt daarna steeds gesproken over *de hardloper*. Om een beeld te krijgen van het aantal coherentierelaties dat op deze manier tot stand gebracht wordt, hebben we deze observaties ondergebracht in de subcategorie ‘herhaling’.

Introductie van een entiteit

Soms wordt een entiteit in de tekst niet duidelijk geïntroduceerd en komt deze als het ware voor de leerlingen ‘uit de lucht vallen’. Een voorbeeld zien we in de Instapparaagraaf, in de opgave over de zonneshijmeter. Hierin wordt ‘*de bol*’ geïntroduceerd als onderdeel van de zonneshijmeter. Voor veel leerlingen zal deze deel-geheel-relatie niet duidelijk zijn, omdat ze niet weten hoe een zonneshijmeter eruit ziet.

Voorbeeld 5: Opgave I-1, instapparaagraaf

Met een zonneshijmeter kun je het aantal uren zonneschijn op een dag meten. Bij zo’n zonneshijmeter (zie de foto hiernaast) is *de bol* een soort brandglas waarmee de zon gaten in een strook papier brandt.

De bol van de zonneshijmeter wordt in de tweede zin plotseling genoemd, zonder dat leerlingen expliciet gewezen zijn op de bol op de foto. De fragmenten waarop dit gebeurt hebben we verzameld in de subcategorie ‘introductie’.

Relationele coherentie

In de tweede hoofdcategorie, relationele coherentie, zijn die fragmenten opgenomen waarop de betekenisrelatie tussen zinnen voor leerlingen moeilijk of onduidelijk te herkennen is. Het panel heeft geïnventariseerd welke relaties voorkomen en of zij geëxpliciteerd worden of niet.

Voorbeeld 6: Opgave 2

Tijdens de geboorte slaat het hart van een baby soms snel en soms langzaam. Artsen controleren de hartslag met een apparaat dat een grafiek tekent. De grafiek laat zien wanneer het hart van de baby snel klopt en wanneer langzaam. Je ziet de grafieken van de hartslag van Wilbert en Janneke.

In Voorbeeld 6 zien we bijvoorbeeld dat de relatie tussen de eerste zin en de tweede zin niet geëxpliciteerd wordt: de arts controleren de hartslag *omdat* het hart van een baby tijdens een geboorte snel en langzaam kan kloppen. Het ontbreken van dit soort markeringen kan voor leerlingen lastig zijn, daarom hebben we deze struikelblokken opgenomen in de hoofdcategorie ‘relationele coherentie’.

Noodzakelijke inferenties

In de hoofdcategorie ‘noodzakelijke inferenties’ zijn alle mogelijke struikelblokken opgenomen die ontstaan doordat de leerlingen hun wereldkennis moeten gebruiken om informatie toe te voegen aan hun interne representatie van de tekst. Een voorbeeld van een moment waarop zo’n inferentie moet plaatsvinden, staat in Voorbeeld 7.

Voorbeeld 7: Opgave 4

De hele ochtend is het bewolkt en blijft de temperatuur gelijk. In de middag breekt de zon door.

Leerlingen moeten bij het lezen van een dergelijk verhaaltje infereren dat als het bewolkt is, de temperatuur laag is en dat als de zon doorbreekt, de temperatuur weer omhoog gaat. Dat leerlingen zich dit realiseren is essentieel voor het begrijpen van de opdracht, waarin de tekst van het verhaaltje gekoppeld moet worden aan het temperatuurverloop dat weergegeven wordt in een grafiek. We hebben in deze hoofdcategorie verder geen subcategorieën onderscheiden.

Formulering

Het panel heeft verschillende struikelblokken geïdentificeerd rond de manier waarop in de wiskundeopgaven zinnen zijn geformuleerd. We onderscheiden daarbij de volgende subcategorieën.

Stilistische variatie

In de deelvragen wordt de leerlingen gevraagd om de grafiek af te lezen. Het is opvallend dat daarbij wisselend taalgebruik wordt gehanteerd. De ene keer wordt de vraag gesteld in ‘dagelijkse’ termen, de andere keer juist in ‘wiskundige’ termen. In deze subcategorie hebben we de fragmenten geïnventariseerd waarop dit gebeurde. In bijvoorbeeld Opgave 7 wordt voortdurend gewisseld van formuleringstijl.

Voorbeeld 8: Opgave 7

- a *Hoe zwaar was meneer Olafson toen hij 16 jaar oud was?*
- b *Hoe zwaar was hij toen hij 42 jaar was?*
- c *Op welke leeftijd was het gewicht van meneer Olafson 75 kg?*
- d *Hoe oud was hij toen hij 50 kg woog?*

In dit voorbeeld zien we dat er eerst gekozen is voor een ‘dagelijkse’ manier van formuleren in de deelvragen a en b: *Hoe zwaar was hij toen hij 42 jaar was?* ‘Zwaar’ en ‘toen hij 42 jaar was’ zijn de minder formele varianten van respectievelijk ‘wat was het gewicht’ en ‘op een leeftijd van 42 jaar’. In deelvraag c is wel voor een ‘wiskundige’ manier van formuleren gekozen, door gebruik te maken van termen die rechtstreeks naar de eenheden in de grafiek verwijzen, terwijl in deelvraag d weer meer van ‘dagelijkse’ / ‘informele’ ter-

men gebruik is gemaakt. Opvallend is dat de wiskundige operatie voor deelvraag c en d dus hetzelfde is, alleen de formulering is veranderd.

Complexe zinsbouw

Het panel heeft ook problemen gerapporteerd waarbij de formulering complex is vanwege een moeilijke syntactische constructie of vanwege de lengte van de zin. Een voorbeeld zien we in Opgave 18, uit paragraaf 5.

Voorbeeld 9: Opgave 18

Teken een assenstelsel en kies een verdeling op de assen: teken een zaagtand en neem op de verticale as 5 polsslagen per hokje.

In deze zin wordt de leerling veel informatie over de te verrichten handelingen verschaft. In plaats van een dubbele punt, zou er beter een punt gezet kunnen worden, zodat er een nieuwe zin kan worden begonnen. Een complexe bijzin zien we bijvoorbeeld in Opgave 17, eveneens in paragraaf 5.

Voorbeeld 10: Opgave 17

e. Karel beweert: aan de grafiek kun je zien dat het gezin in november vaak gebruik gemaakt heeft van de douche. Zeg waarom Karel wel of geen gelijk heeft.

In dit voorbeeld zien we twee mogelijk lastige zinnen. In de eerste zin wordt het struikelblok veroorzaakt door het feit dat er een bewering wordt gedaan door Karel waarin de informatie op een complexe manier wordt aangeboden. In de tweede zin wordt de complexiteit veroorzaakt door de combinatie van het vraagwoord ‘waarom’ en de keuze ‘wel of geen gelijk’.

Overige formuleringen

In deze categorie hebben we de overige formuleringen opgenomen die niet specifiek betrekking hadden op de eerder genoemde subcategorieën, maar die duidelijk wel betrekking hadden op de manier van formuleren. Een voorbeeld zien we in Opgave 2, uit paragraaf 1. Deze opgave begint met de zin: *De vier grafieken hierboven laten zien hoe de temperatuur op zekere dag verandert of gelijk blijft*. Afgezien van het feit dat de constructie ‘op zekere dag’ hier als complex mag worden gezien (zie ook de subcategorie ‘complexe zinsbouw’ hierboven), is de formulering ook ongelukkig gekozen, omdat het in feite gaat over de grafieken van ‘vier verschillende dagen’. De vraag had dan ook beter geformuleerd kunnen worden als *De vier grafieken hierboven laten zien hoe de temperatuur op vier verschillende dagen verandert of gelijk blijft*.

Informatie

Potentiële struikelblokken die veroorzaakt worden door de manier waarop informatie in de tekst wordt aangeboden, vinden we terug in de hoofdcategorie ‘informatie’. We onderscheiden twee subcategorieën.

Weggelaten informatie

De informatie die in de wiskundeopgaven wordt gegeven, is soms niet volledig of onduidelijk. We tonen enkele voorbeelden: *En [ging het hart van Janneke sneller of langzamer] tussen 7.23 en 7.26 uur?* (Opgave 2, Instapparaagraaf), *Welke dag [uit het dagboek van Thomas] hoort bij grafiek nummer 1?* (Opgave 1, paragraaf 1) en *Zet de betekenis [van de getallen] langs de assen* (Opgave 17, paragraaf 5).

Uit deze voorbeelden kunnen we afleiden dat de instructie door het ontbreken van de informatie tussen de vierkante haken minder duidelijk wordt dan wanneer deze informatie wel herhaald zou worden voor de leerling. De fragmenten waarin informatie weggelaten wordt die voor leerlingen de helderheid van de tekst zou vergroten, hebben we daarom ondergebracht in de subcategorie ‘weggelaten informatie’.

Ontbrekende informatie

Naast het weglaten van informatie die al eerder gepresenteerd is en die voor de duidelijkheid beter herhaald had kunnen worden, heeft het panel ook fragmenten gerapporteerd waarop nuttige informatie helemaal ontbreekt.

Deze fragmenten hebben in de meeste gevallen betrekking op de relatie tussen de tekst van de opgave en de gepresenteerde grafiek. In de tekst wordt bijvoorbeeld vaak informatie gegeven over de eenheden die bij de grafiek gebruikt worden. Daarbij zou de tekst echter soms meer informatie kunnen geven dan meestal gedaan wordt. Een voorbeeld: *De getallen geven daarbij de tijd [in uren] aan.* (Opgave 1, Instapparaagraaf). Ook bij de instructie over het tekenen van een grafiek zien we dat de informatie soms beperkt is: *Teken een assenstelsel met een zaagtand [op de verticale as]* (Opgave 17, paragraaf 5).

Illustraties

Opmerkingen van het panel over onduidelijke illustraties hebben we opgenomen in deze categorie.

Grafieken

In het hoofdstuk komen vanzelfsprekend veel grafieken voor. Opmerkingen over de onduidelijkheid van deze grafieken, bijvoorbeeld omdat de assen niet goed afleesbaar zijn, vinden we in deze categorie.

Overig

In de hoofdcategorie ‘Overig’ brengen we de gesignaleerde problemen onder die niet tot een van de andere hoofdcategorieën behoren, maar wel van invloed zijn op het begrip van de opdracht. We onderscheiden de volgende subcategorieën.

Opdracht misleidend of fout geformuleerd

Het is opvallend dat een aantal deelvragen in de opdrachtteksten misleidend geformuleerd zijn, waardoor leerlingen onnodig op het verkeerde been worden gezet. Een aantal van de door het panel opgemerkte problemen hebben te maken met het feit dat de vraag de suggestie wekt dat er één mogelijk antwoord kan zijn, terwijl er meerdere antwoorden bevraagd worden. Bijvoorbeeld op de vraag (opgave 12, paragraaf 3) *Op welke leeftijd hadden ze hetzelfde gewicht?* verwachten leerlingen waarschijnlijk dat ze één leeftijd moeten noemen, maar uit de grafiek is af te lezen dat de tweeling op meerdere leeftijden hetzelfde gewicht had. Duidelijker is dan de vraag: ‘Op welke leeftijden hadden ze hetzelfde gewicht?’.

Geen eenduidig antwoord

De problemen in deze categorie hebben betrekking op vragen waarop geen eenduidig antwoord is te geven, terwijl die suggestie wel wordt gewekt. Deze opmerkingen hebben alle betrekking op het feit dat de grafiek moeilijker is af te lezen dan gesuggereerd wordt, of op vragen waarbij leerlingen informatie moeten gebruiken die nòch uit de tekst nòch uit de grafiek is af te leiden.

Onduidelijke opbouw van de tekst

In deze categorie nemen we alle opmerkingen op wat betreft de opbouw en structuur van de opgave. In opgave 4 (paragraaf 1) wordt bijvoorbeeld de deelvraag *Bij welk verhaaltje hoort de grafiek hiernaast?* pas gesteld nadat de verschillende verhaaltjes zijn gepresenteerd. Het zou hier duidelijker zijn om na de openingszin (*De grafiek hoort bij één van de volgende verhaaltjes*) direct de vraag te stellen.

Afkortingen / Symbolen

In het hoofdstuk wordt een aantal afkortingen en symbolen gebruikt waarvan je je kunt afvragen of leerlingen die meteen paraat hebben. In deze subcategorie nemen we opmerkingen over deze kennis op.

Bovengenoemde categorieën vormen het uiteindelijke codeerschema. Tabel 19 geeft het codeerschema weer waarmee het panel in fase 3 aan het werk is geweest.

Tabel 19 Codeerschema gebruikt voor de mesonanalyse van de wiskundeteksten

Hoofdcategorie	Subcategorie
Referentiële coherentie	<ul style="list-style-type: none"> • aanwijzende voornaamwoorden <ul style="list-style-type: none"> ▪ verwijst naar zin ▪ verwijst naar deelvraag • referentie door bijwoorden • referentie door inferentie • herhaling van de referent • introductie van de entiteit • referentie aan de grafiek
Relationele coherentie	—
Noodzakelijke inferenties	—
Formulering	<ul style="list-style-type: none"> • stilistische variatie • complexe zinsbouw • overige formuleringen
Informatie	<ul style="list-style-type: none"> • informatie weggelaten • informatie ontbreekt
Illustraties	—
Grafieken	—
Overig	<ul style="list-style-type: none"> • opdracht misleidend of fout geformuleerd • geen eenduidig antwoord • onduidelijke opbouw van de tekst • afkortingen / symbolen

3.5 Resultaten microniveau

Voor het beschrijven van de potentiële problemen op het microniveau hebben we eerst het percentage berekend van woorden uit de wiskundeteksten die voorkomen in *Lijst 1*. Vervolgens hebben we dit percentage voor woorden die voorkomen in *Lijst 2* berekend (zie voor een beschrijving van de gebruikte woordenlijsten paragraaf 3.4.1). De niet-gedekte woorden hebben we tot slot bekeken om zicht te krijgen op de moeilijkheden in de teksten.

Uit de berekeningen voor de opdrachtteksten bleek dat 81,3 % van de woorden die gebruikt worden in de opgaven van het wiskundeboek gedekt worden door de woorden uit *Lijst 1*. Voor *Lijst 2* is dit percentage 94,7 %.

Tabel 20 Dekkingsgraad van wiskundeteksten met Lijst 1 en Lijst 2

Wiskundeteksten	met Lijst 1	met Lijst 2
	81.3 % dekking	94.7 % dekking

Het verschil in dekkingspercentage tussen Lijst 1 en Lijst 2 ontstaat doordat telwoorden, vervoegingen en meervouden van woorden niet in Lijst 1 voorkomen en wel in Lijst 2. Daarnaast komen ook frequent gebruikte woorden uit de context van het dagelijks leven ('konijn', 'verjaardag'), uit het domein van de school ('horizontale', 'getallen') en uit het domein van de wiskunde ('grafiek', 'assen') wel in Lijst 2 voor, maar niet in Lijst 1. Hier-

door is het dekkingspercentage van woorden uit de wiskundeteksten ten opzichte van Lijst 2 hoger dan ten opzichte van Lijst 1.

Het uiteindelijke dekkingspercentage dat met Lijst 2 is berekend, is hoog: 94,7 %. Het is echter wel belangrijk te bedenken dat het hierbij gaat om korte bondige opdrachttekstjes (zoals we gezien hebben in paragraaf 3.4: gemiddeld negen zinnen per tekstje). In deze korte opgavetekst komt 5% van de woorden niet in Lijst 2 voor. Binnen een korte tekst telt echter elk woord, dus deze niet-gedekte woorden kunnen desondanks wel voor problemen zorgen.

Het is interessant om te bekijken welke woorden niet door Lijst 2 gedekt worden en om te kijken hoe vaak die woorden voorkomen. We hebben deze woorden ingedeeld in dagelijkse woorden, schooltaalwoorden en wiskundewoorden. In Tabel 21 laten we zien hoeveel woorden die niet-gedekt werden door de uitgebreide Basiswoordenlijst in elke categorie voorkwamen.

Tabel 21 Categorisatie van de woorden uit het wiskundehoofdstuk die niet in de Basiswoordenlijst en de Streefwoordenlijst Sluis 1 van het Nederlands staan

	Dagelijkse woorden	Schooltaalwoorden	Wiskundewoorden
Woordtypen	36	20	9
Woordtokens	59	43	32

Uit Tabel 21 kan geconcludeerd worden dat de meeste ‘woordtypen’ en ‘woordtokens’ in de categorie ‘dagelijkse woorden’ voorkomen.

In Tabel 22 (zie pagina 60) zijn alle afzonderlijke woorden per categorie opgenomen. In deze tabel laten we ook zien welke woorden niet door Lijst 2 gedekt worden. De resultaten binnen deze categorieën zullen verder besproken worden.

Dagelijkse woorden

In deze categorie vallen alle woorden die gebruikt worden in het alledaagse leven. De combinatie ‘veel types en tokens’ (zie Tabel 21) betekent dat deze dagelijkse woorden dus regelmatig voorkomen in de teksten. Leerlingen worden dus geconfronteerd met een relatief grote hoeveelheid dagelijkse woorden die niet in de Basiswoordenlijst staan. Dit zijn woorden die in het dagelijks leven weinig voorkomen, zoals bijvoorbeeld het woord ‘*zonneshijnmeter*’. Toch moeten zij deze woorden kennen en/of herkennen om de contexten waarin de opgaven gepresenteerd worden te kunnen begrijpen.

Tabel 22 Niet door Lijst 2 gedekte woorden met de frequentie van voorkomen, ingedeeld per categorie

Categorie	Woorden	frequentie	Woorden	frequentie	Woorden	frequentie
Dagelijkse woorden	hardloper	6	zonneshijnmeter	2	onweerde	1
	hartslag	6	afslanken	1	paasvakantie	1
	tank	4	afslankperiode	1	polsslagen	1
	populier	4	barst	1	slaat	1
	bewolkt	2	bewolking	1	tijdstip	1
	brandglas	2	douche	1	training	1
	geboorte	2	lunchpauze	1	tweeling	1
	patiënt	2	middernacht	1	waterverbruik	1
	polsslag	2	mistig	1	zomerdag	1
	steiler	2	olietank	1	zomerse	1
	weerman	2	ongezellig	1	zonneshijn	1
	wielrenner	2				
Schooltaal woorden	metingen	12	schets	2	veertiende	1
	gemeten	5	achttiende	1	verbruik	1
	vloeiende	5	aflezen	1	verloop	1
	cm	2	gewogen	1	waarnemingen	1
	kg	2	meten	1	weergegeven	1
	m	2	rechtsboven	1	woog	1
	meet	2				
Wiskunde woorden	assenstelsel	19	zaagtand	4	stijgende	1
	constant	6	dalende	1	verdeling	1

In Tabel 22 staan de dagelijkse woorden die niet in de Basiswoordenlijst of Sluis 1 voorkomen, maar wel in het wiskundeboek. We zien veel verschillende woorden, bijvoorbeeld ‘*patiënt*’, ‘*afslankperiode*’, ‘*hartslag*’, ‘*lunchpauze*’ en ‘*waterverbruik*’. Deze woorden hebben geen direct verband met elkaar en zou je in eerste instantie niet verwachten in een wiskundetekst. Deze woorden zijn duidelijk afkomstig uit de contexten waarin de wiskunde-problemen worden aangeboden.

Het is natuurlijk de vraag of deze moeilijke begrippen de leerlingen hinderen bij het succesvol oplossen van de wiskundeopgave. Met andere woorden: is het noodzakelijk voor leerlingen om deze begrippen te kennen om de vragen goed te kunnen beantwoorden? We geven een voorbeeld van een fragment waarin enkele moeilijk begrippen voorkomen.

Voorbeeld 11: Instap paragraaf Opdracht I-1

Met een *zonneshijnmeter* kun je het aantal uren *zonneshijn* op een dag meten. Bij zo'n *zonneshijnmeter* (zie de foto hiernaast) is de bol een soort *brandglas* waarmee de zon gaten in een strook papier brandt. Hieronder zie je zo'n strook papier. De getallen daarbij geven de tijd aan.

[illustratie tussen opgave I-1: *brandglas* en strook]

- a De zon begint 's morgens om half negen te schijnen. Vanaf deze tijd brandt het *brandglas* gaten in het papier. Hoe laat verdwijnt de zon 's morgens achter de wolken?
- b Ook 's middags is er even zon. Hoe laat begint de zon dan te schijnen?
- c Hoe lang schijnt de zon 's middags ongeveer?
- d Hoeveel uren heeft de zon die dag geschenen?

In dit voorbeeld van Opgave I-1 over de *zonneshijnmeter* met het *brandglas* kunnen we concluderen dat deze context inderdaad de leerlingen kan hinderen bij het succesvol uitvoeren van de opdracht. Om de zwarte strepen op de bijgevoegde illustratie te kunnen interpreteren (namelijk: op die momenten dat het zwart is, scheen de zon) moeten de leerlingen begrijpen wat een *zonneshijnmeter* doet en hoe het *brandglas* functioneert. Omdat hier meerdere nieuwe en onbekende begrippen binnen een korte tekst worden gebruikt, ontstaan voor leerlingen waarschijnlijk problemen.

In instructieteksten waarin nieuwe informatie wordt gepresenteerd, is het storende effect van onbekende woorden op het begrip van leerlingen mogelijk groter dan bij opdrachtteksten. In de instructie over het 'sneller stijgen' van een grafiek, wordt als voorbeeld de lengte van een *populier* gebruikt. Veel leerlingen zullen niet weten dat een *populier* een boom is, maar ze zullen uit de context wel af kunnen leiden dat het iets is dat groeit en een lengte heeft. Toch kunnen we stellen dat wanneer je een dergelijk woord in een instructie gebruikt, het ondersteunende effect van de context voor het begrijpen van de instructie niet groot is. In de opgave over een *wielrenner* echter, zullen leerlingen die niet weten wat een *wielrenner* is, waarschijnlijk wel in staat zijn deze opgave goed op te lossen. Dit komt omdat ze voor het aflezen van de informatie uit de grafiek alleen hoeven te weten dat de opgave gaat over de afstand die iemand aflegt binnen een bepaalde tijd. Van sommige dagelijkse woorden die niet door Lijst 2 gedekt worden, mogen we overigens aannemen dat brugklas leerlingen die wel kennen, zoals bijvoorbeeld het woord '*geboorte*'.

Schooltaalwoorden

Een groot deel van de woorden die in Tabel 22 gecategoriseerd zijn als 'schooltaalwoorden', bestaat uit werkwoorden die verbonden zijn met het onderwerp van het hoofdstuk: grafieken: '*meten*', '*wegen*', '*weergeven*', '*schetsen*' en '*aflezen*'. Deze woorden zijn echter wel gecategoriseerd als schooltaalwoorden, omdat deze werkwoorden waarschijnlijk ook bij andere vakken gebruikt zullen worden.

Vooraf het woord '*metingen*' wordt veel gebruikt. Al in de eerste zin van het hoofdstuk wordt dit begrip geïntroduceerd. Dit woord zal waarschijnlijk voor leerlingen niet veel

problemen opleveren. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld een woord als *‘vloeiende’*. Als leerlingen dit woord niet kennen, zullen ze moeite hebben met de opdracht die veelvuldig voorkomt: *Teken een vloeiende lijn door jouw punten*. Het begrip wordt overigens voor het eerst gebruikt bij een beschrijving van een grafiek: *Door de punten is een vloeiende lijn getekend*. Op deze manier wordt het begrip wel bij leerlingen geïntroduceerd, maar verder niet uitgelegd. Ook het woord *‘verloop’* in de zin *In de grafiek zie je het verloop van hun gewicht* krijgt verder geen toelichting in de tekst. Waarschijnlijk vormt het in de meeste gevallen echter geen struikelblok, omdat je het woord ook kunt overslaan en de zin kunt lezen als *‘in de grafiek zie je hun gewicht’*.

Ook schooltaalwoorden die wel door de Basiswoordenlijst gedekt worden of wel tot de Sluis 1 woorden behoren (zie Tabel 22), kunnen lastig zijn, bijvoorbeeld omdat ze in een nieuwe context worden gebruikt. Een voorbeeld hiervan zien we in de volgende opgave, waarin de woorden *‘controleren’* en *‘regelmatige’* worden gebruikt.

Voorbeeld 12: Instap paragraaf I-2

I-2 Tijdens de geboorte slaat het hart van een baby soms snel en soms langzaam. Artsen controleren de hartslag met een apparaat dat een grafiek tekent. De grafiek laat zien wanneer het hart van de baby snel klopt en wanneer langzaam. Je ziet de grafieken van de hartslag van Wilbert en Janneke.

- d** De hartslag van de ene baby was regelmatigiger dan de hartslag van de andere baby. Welke baby had de regelmatigste hartslag?

In deze opgave, die gaat over het meten van de hartslag van een baby tijdens de geboorte, wordt veel informatie gepresenteerd die relevant is voor het oplossen van de opgave. Een microprobleem kan daarbij extra hinderlijk zijn. Leerlingen moeten dus weten dat met *‘de artsen controleren de hartslag’* bedoeld wordt dat de artsen tijdens de geboorte in de gaten houden dat het hart van de baby niet te snel of te langzaam klopt. Ook is het in deze context noodzakelijk om te weten wat met *‘een regelmatige hartslag’* bedoeld wordt. Het is de vraag of leerlingen weten dat het woord *‘regelmatig’* ‘met een zekere regelmaat’ betekent.

Op het moment dat de leerlingen zelf een grafiek moeten gaan tekenen, komt vaak de opdracht *‘Schets de grafiek’* voor in de teksten. Het is de vraag of de leerlingen het verschil kennen tussen *‘Teken de grafiek’* en *‘Schets de grafiek’*. Waarschijnlijk maken de auteurs dit verschil met de bedoeling dat de leerlingen bij de tweede opdracht minder gedetailleerd te werk hoeven gaan, maar dat wordt uit de context van de opdracht voor veel leerlingen niet duidelijk. Een andere opdracht die wellicht problematisch kan zijn, is de opdracht *‘Neem de grafiek over’*: ook hier wordt bedoeld dat de leerlingen de grafiek in hun schrift moeten tekenen. Nieuw is waarschijnlijk ook: *‘Schat hoe hoog de temperatuur in Amsterdam was’* op pagina 117, in paragraaf 5.4. Leerlingen hebben tot dan toe nog niet eerder een punt hoeven schatten op de grafiek. Tot slot komt ook het woord *‘weergegeven’* vaak voor: *‘in de grafiek wordt....weergegeven’*. Wat *‘weergegeven’* echter betekent, wordt nergens uitgelegd. Daarom zal voor veel leerlingen de constructie ‘de grafiek laat zien’ beter te begrijpen zijn.

Wiskundewoorden

De meest gebruikte wiskundewoorden zijn gerelateerd aan het onderwerp van het geanalyseerde hoofdstuk over Grafieken: ‘*grafiek/grafieken*’ (47 keer) en ‘*as/assen*’ (19 keer). Deze woorden staan niet vermeld in de Basiswoordenlijst, maar wel in sluis-1-woorden van de Streefwoordenlijst. Ze worden uiteindelijk dus wel gedekt door de woordenlijst.

Er zijn negen ‘types’ die door beide lijsten niet gedekt worden, waarbij ‘*stijgende*’ en ‘*dalende*’ slechts verbuigingen zijn van de bekende termen ‘*stijgen*’ en ‘*dalen*’. Wat erg opvallend is dat de nieuwe woorden als ‘*constant*’ (zes keer) en ‘*zaagtand*’ (vier keer) relatief weinig voorkomen in de wiskundeteksten van dit hoofdstuk. Het valt op dat deze begrippen eerder in een instructietekst worden gebruikt dan in een opdrachttekst. Opmerkelijk is ook dat er synoniemen gebruikt worden voor deze nieuwe vakterm. Een voorbeeld hiervan vinden we vlak nadat de vakterm ‘*constant*’ is geïntroduceerd. In deze definitie leerden de leerlingen: ‘*constant betekent: de temperatuur blijft gelijk*’. In de eerste opgave waarin de leerlingen vervolgens met dit begrip aan het werk gaan, staat echter: ‘*Welke grafiek laat zien dat de temperatuur de hele tijd hetzelfde blijft?*’. Binnen één paragraaf worden leerlingen hier dus geconfronteerd met grote variatie voor een nieuwe vakterm: *constant, blijft gelijk, blijft hetzelfde*.

Een begrip dat maar één keer voorkomt, maar wel essentieel lijkt bij het tekenen van grafieken, is het woord ‘*verdeling*’. Dit begrip wordt op pagina 119, in de laatste reguliere paragraaf gebruikt.

Voorbeeld 13: Paragraaf 5.5: Opgave 18

Teken een assenstelsel en kies een *verdeling* op de assen; teken een zaagtand en neem op de verticale as 5 polsslagen per hokje.

Omdat de leerlingen nog niet eerder ‘een verdeling hebben hoeven kiezen’, zullen er ongetwijfeld leerlingen zijn die hiermee moeite hebben. Omdat even verderop in de tekst wordt uitgelegd dat ze 5 polsslagen per hokje moeten kiezen, zullen er echter niet veel problemen ontstaan.

Er worden in het hoofdstuk geen specifieke definities aangeboden. De begrippen die expliciet worden geïntroduceerd zijn: ‘*grafiek*’, ‘*stijgt*’, ‘*daalt*’, ‘*constant*’ en ‘*zaagtand*’. Deze begrippen worden echter niet benoemd, maar functioneel omschreven. Bijvoorbeeld: ‘*Zo’n grafiek laat zien wat er op die dag met de temperatuur gebeurt*’. Deze manier van aanbieden impliceert dus dat begrippen heel contextgebonden worden geïntroduceerd. Leerlingen moeten dus zelf de conceptuele kennis ontwikkelen die nodig is om te begrijpen dat een grafiek meer dan alleen de temperatuur kan laten zien.

Ook de definitie ‘*Stijgen betekent: de temperatuur wordt hoger*’ is verwarrend: ‘*stijgen*’ betekent immers alleen in de context van deze grafiek dat de temperatuur hoger wordt. Afhankelijk van wat er op de verticale as staat en afhankelijk van de situatie die in de grafiek wordt gerepresenteerd kunnen we het ‘*stijgen*’ van een grafiek slechts interpreteren.

Leerlingen worden door een dergelijke definitie niet bewust gemaakt van het feit dat een grafiek een situatie representeert en daar niet gelijk aan is. Ook in opgaven wordt daar niet consequent mee omgegaan, door bijvoorbeeld de vaktermen ‘stijgt’, ‘constant’ en ‘daalt’ naar de situatie te laten verwijzen, in plaats van naar de grafiek. Dit zien we bijvoorbeeld in opgave T-1, uit de Testbeeld paragraaf (pagina 122), waarin gevraagd wordt ‘*Stijgt de temperatuur, daalt hij of blijft hij constant?*’. Voor het begrip van leerlingen zou het beter zijn om in de vraag te stellen ‘Gaaf de temperatuur omhoog, naar beneden of blijft hij gelijk?’ zodat de termen ‘stijgt’, ‘constant’ en ‘daalt’ voorbehouden blijven aan de grafische representatie.

Waarschijnlijk worden de begrippen impliciet geïntroduceerd omdat *Moderne Wiskunde* een inductieve methode wil zijn. Leerlingen worden dus in staat gesteld eerst zelf het begrip te ontdekken. Een goed voorbeeld hiervan is bijvoorbeeld de informatie die aangeboden wordt rond ‘*de zaagtand*’. Op pagina 112, bij opgave 5 in paragraaf 5.2, komt voor het eerst een zaagtand in een grafiek voor. Hij wordt hier echter nog niet zo benoemd, maar alleen aangewezen. In de grafiek staat namelijk bij de zaagtand een tekstballon met de tekst ‘*op de verticale as is een stukje weggelaten*’. In vraag C van deze opgave wordt vervolgens de vraag gesteld: ‘*waarom is er op de verticale as een stukje weggelaten, denk je?*’. Leerlingen moeten nu zelf betekenis toekennen aan dit verschijnsel op de as. Verder wordt er in deze paragraaf niets over de zaagtand gezegd. Leerlingen worden vanaf dit moment echter wel steeds geconfronteerd met grafieken waarin een zaagtand is gebruikt. Pas op pagina 117 (paragraaf 5.3, opgave 15) wordt de zaagtand weer genoemd, op dezelfde manier waarop dat op pagina 112 gebeurde: ook met een tekstballon en een vraag over de betekenis. Ook moeten de leerlingen hier een grafiek in hun schrift overnemen waarin een zaagtand is getekend. Hierdoor worden ze dus actief geconfronteerd met het verschijnsel, omdat ze nu de zaagtand moeten natekenen. Aan het begin van paragraaf 5.5 (pagina 118) wordt de zaagtand tot slotte voor het eerst als zodanig benoemd. Dit gebeurt in een instructie over ‘*Hoe teken je een grafiek in een assenstelsel?*’. De zaagtand is daarin dus niet het centrale thema, maar wordt zijdelings geïntroduceerd met de informatie: *Aan het begin van de as kun je eventueel een stuk weglaten. Het \angle teken heet: zaagtand.* Dit is de eerste en tevens laatste keer dat de zaagtand expliciet in de basistekst wordt benoemd. In de basisstof moeten de leerlingen dus zelf ontdekken waarom een zaagtand gebruikt wordt en waar deze voor dient. De tekst geeft alleen informatie over het bestaan van een zaagtand, niet over het hoe en waarom. In de samenvatting keert de zaagtand nog een keer terug in de herhaling van het hierboven genoemde instructieblokje. Nu is de tekst bij de grafiek echter anders en staat er: ‘*Als je op de verticale as niet bij o wilt beginnen dan kun je een zaagtand gebruiken.*’ (Er wordt daarbij ook een ander tekenje gebruikt om naar de zaagtand te verwijzen). In de samenvatting wordt ten slotte dus expliciet uitgelegd waar een zaagtand voor dient.

Een ander woord dat nergens geïntroduceerd wordt, is het woord ‘*verband*’. Dit woord wordt voor het eerst gebruikt op pagina 114 in het wiskundeboek, in de instructie (zie ook hierboven), in de volgende zin: ‘*De grafiek hiernaast laat het verband zien tussen de leeftijd van de populier en de hoogte in meters*’. Dit woord is wellicht niet bij alle leerlingen bekend, maar toch vrij essentieel in de context van ‘grafieken’.

3.6 Resultaten mesoniveau

In tegenstelling tot de analyses op het microniveau, zijn de analyses op het mesoniveau niet met behulp van een objectief extern criterium tot stand gekomen, maar op basis van een panelbeoordeling.

Een belangrijk aspect bij het analyseren en beschrijven van de informatie op het mesoniveau van teksten, is het feit dat we te maken hebben met zeer korte en compacte tekstjes. In gemiddeld drie tot vier zinnen wordt de context waarbinnen de wiskundeopgave gemaakt moet worden beschreven. Daarna volgen vaak vier deelvragen, die ieder uit één of twee zinnen bestaan. De teksten zijn dus kort, waardoor elke zin goed geïntegreerd dient te worden met de voorgaande. Het mesoniveau speelt een bijzondere rol in wiskundeteksten.

Het panel heeft alle opdrachtteksten beoordeeld en potentiële problemen op het mesoniveau beschreven en gecategoriseerd. Na bespreking van de genoemde problemen zijn 248 problemen door het panel als tekstuele (en visuele) hindernissen genoemd. In Tabel 23 presenteren we allereerst in welke wiskundeopgaven deze problemen voorkwamen.

Tabel 23 Aantal door het panel gerapporteerde problemen in de 30 beoordeelde wiskundeteksten (23 opgaven en 7 instructieve teksten)

Paragraaf	Tekst	Aantal problemen	Paragraaf	Tekst	Aantal problemen
Instap	instructie	3	Paragraaf 4	opg 13	6
	opg I-1	11		instructie	14
	opg I-2	13		opg 14	7
	opg I-3	9		opg 15	10
Paragraaf 1	opg 1	13	Paragraaf 5	opg 16	6
	opg 2	5		opg 17	13
	opg 3	3		opg 18	7
	opg 4	7		opg 19	5
Paragraaf 2	opg 5	5	Samenvatting	opg 20	10
	opg 6	5		tekst 1	4
	opg 7	8		tekst 2	6
	opg 8	6		tekst 3	7
Paragraaf 3	opg 9	11		tekst 4	9
	opg 10	10		tekst 5	19
	opg 11	10			
	opg 12	6			
Totaal					248

Uit deze inventarisering zouden we voorzichtig de moeilijkheidsgraad van een opgave of instructietekst kunnen afleiden. Opvallend is dan dat de eerste opgaven van het hoofdstuk relatief veel problemen bevatten, terwijl deze juist bedoeld zijn als een laagdrempelige kennismaking met het onderwerp ‘grafieken’, het onderwerp dat in dit hoofdstuk centraal staat.

Zoals gezegd zijn de door het panel genoemde problemen ingedeeld in hoofdcategorieën en subcategorieën. Tabel 24 geeft het aantal gerapporteerde problemen per hoofdcategorie weer.

Tabel 24 Verdeling van de gerapporteerde problemen over de hoofdcategorieën

Hoofdcategorie	Aantal
Referentiële coherentie	57
Relationele coherentie	8
Noodzakelijke inferenties	17
Formulering	84
Informatie	42
Illustraties	2
Grafieken	7
Overig	30
Totaal	248

Uit deze tabel kunnen we concluderen dat het panel de meeste potentiële struikelblokken identificeert in de hoofdcategorie ‘formulering’, waarin de problemen genoemd zijn die voortkomen uit een onduidelijke formulering van de wiskundeopgaven. Ook in de categorie ‘referentiële coherentie’ noemt het panel relatief veel problemen. Het is echter goed ons bij deze getallen te realiseren dat sommige fenomenen ook vaker voorkomen dan andere. Referentiële coherentie is een fenomeen dat in elke wiskundeopgave voorkomt, terwijl bijvoorbeeld slechts enkele opgaven zijn voorzien van een illustratie.

We zullen nu de resultaten per hoofdcategorie uit Tabel 24 beschrijven (zie voor een beschrijving van het codeerschema Tabel 19 en paragraaf 3.4.3).

3.6.1 *Referentiële coherentie*

In verschillende fragmenten wordt in de wiskundeteksten samenhang tussen de zinnen gecreëerd. Uit de resultaten blijkt dat binnen de wiskundeopgaven de referentiële coherentie vaak tot stand wordt gebracht door het zelfstandige naamwoord dat centraal staat in de beschrijving van de context te herhalen. Er worden echter ook andere middelen gebruikt. Binnen de hoofdcategorie ‘referentiële coherentie’ onderscheiden we verschillende subcategorieën. In Tabel 25 presenteren we de resultaten per subcategorie.

Tabel 25 Verdeling van de gerapporteerde problemen binnen de categorie ‘referentiële coherentie’

Referentiële coherentie komt tot stand door:	Aantal
referentie door aanwijzend voornaamwoord:verwijst naar zin	9
verwijst naar vraag	5
referentie door bijwoorden	5
referentie door inferentie	7
referentie door herhaling	11
introductie van de entiteit	7
referentie aan de grafiek	13
introductie van referent	4
Totaal	57

We zullen de resultaten uit deze tabel in volgorde van de mate waarin ze voorkomen behandelen. We zien dat de meeste opmerkingen van het panel in de subcategorie ‘*referentie door aanwijzend voornaamwoord*’ vallen. Er wordt namelijk (9 + 5) veertien keer van een aanwijzend voornaamwoord gebruik gemaakt om referentie tot stand te brengen. Een voorbeeld zien we in Opgave 15.

Voorbeeld 14: Opgave 15

d. Het punt dat de temperatuur om 8 uur aangeeft, is al getekend. Controleer of *dat* goed is gedaan.

Dit kan een complexe verwijzing zijn voor leerlingen: met het woordje ‘*dat*’ wordt verwezen naar het tekenen van een punt dat de temperatuur om 8 uur aangeeft. Het panel heeft geconstateerd dat dit soort verwijzingen regelmatig voorkomt. We kunnen dus stellen dat deze vorm van referentie in wiskundeteksten een belangrijk potentieel struikelblok kan zijn.

In de subcategorie ‘*referentie aan grafieken*’ worden ook veel problemen door het panel gerapporteerd: dertien keer wordt daar een opmerking over gemaakt. Het panel constateerde dat er op veel verschillende manieren aan de grafiek wordt gerefereerd en dat vaak dezelfde termen worden gebruikt om naar een ander verschijnsel te verwijzen. Dit kan voor leerlingen verwarrend zijn: door het woordgebruik waarmee aan het concept ‘*grafiek*’ wordt gerefereerd, kan geen eenduidig beeld van dit concept worden gevormd. In Tabel 26 presenteren we de resultaten met betrekking tot onduidelijke verwijzingen naar de grafiek.

Tabel 26 Referentie aan de grafiek: gebruikte labels met verwijzing naar de achterliggende concepten

Paragraaf	Tekst	Label	Verwijst naar concept:
instap	instructie	grafieken	1 assenstelsel met 1 lijn
instap	opg 2	grafieken	2 assenstelsels met 1 lijn
instap	opg 3	grafiek	1 assenstelsel met 1 lijn
3	opg 9	grafiek	assenstelsel
3	opg 12	grafieken	1 assenstelsel met 2 lijnen
4	opg 13	welke grafiek	welke lijn van de grafiek
4	instructie	assenstelsel	1 assenstelsel met 1 lijn
4	opg 14	vloeiende lijn	lijn van de grafiek
5	opg 17	grafiek	lijn van de grafiek
5	opg 18	grafiek	lijn van de grafiek
5	opg 20	vloeiende lijn	lijn van de grafiek
samenvatting	tekst 4	grafiek	1 assenstelsel met 1 lijn
samenvatting	tekst 4	grafiek	de lijn van de grafiek
samenvatting	tekst 5	grafiek	1 assenstelsel met 1 lijn

We zien in deze tabel dat in de eerste paragrafen het woord ‘*grafiek*’ verwijst naar één assenstelsel met een lijn die het verloop van de grafiek aangeeft. Vanaf het einde van paragraaf 5.3 wordt echter het woord ‘*grafiek*’ gebruikt om alleen naar de grafieklijn te ver-

wijzen. Dat zien we bijvoorbeeld doordat in opgave 12 opeens gesproken in het meervoud wordt van *‘de grafieken hieronder’*, terwijl er maar één assenstelsel te zien is met daarin twee lijnen. In opgave 14 wordt echter weer gezegd: *‘Je gaat hierbij een temperatuurgrafiek maken’* waarbij weer naar één assenstelsel met één grafieklijn wordt verwezen. In opgave 17 krijgen de leerlingen de instructie *‘Tekenen de grafiek door de getekende punten’*, waarbij het woord *‘grafiek’* niet naar het assenstelsel maar naar de lijn verwijst. Deze voorbeelden laten zien dat de betekenis van het woord grafiek steeds wisselt. Daarmee is dit een potentieel struikelblok voor het begrip van leerlingen.

In Tabel 25 kunnen we zien dat het panel ook opmerkingen in de subcategorie *‘referentie door herhaling’* heeft gemaakt. Een aantal keren moeten leerlingen om deze herhaling te herkennen en deze referentie tot stand te brengen actief hun kennis van de wereld inzetten. Een voorbeeld zien we in opgave 2 van de Instapparaagraaf.

Voorbeeld 15: Opgave 2

Tijdens de geboorte *slaat het hart* van een baby soms snel en soms langzaam. Artsen controleren *de hartslag* met een apparaat dat een grafiek tekent. De grafiek laat zien wanneer *het hart van de baby snel klopt* en wanneer langzaam. Je ziet de grafieken van de *hartslag* van Wilbert en Janneke.

We zien dat hier binnen vier zinnen vier keer een verwijzing naar “het kloppen van een hart” wordt gemaakt door middel van drie verschillende referenten: (1) *het hart slaat*, (2) *de hartslag*, (3) *het hart klopt*. Voor leerlingen kan dit onduidelijk zijn. We zien een dergelijk verschijnsel ook optreden in een meer wiskundige context, namelijk het aangeven van metingen uit een tabel in een grafiek. Leerlingen moeten dan met een *stip* (1) de *meting* (2) of *waarneming* (3) aangeven, en vervolgens een lijn door de *getekende punten* (4) trekken. Dit komt de begrijpelijkheid van dit blokje niet ten goede. Zie bijvoorbeeld Voorbeeld 16.

Voorbeeld 16: Opgave 14

Een weerman meet ’s ochtends ieder uur de temperatuur en zet de *waarnemingen* in een tabel. Jij gaat hierbij een temperatuurgrafiek maken.

- a Neem het assenstelsel hiernaast over.
- b Zet langs de assen wat de getallen betekenen.
- c Teken *de vijf metingen* in het assenstelsel.
- d Teken een vloeiende lijn door *jouw punten*.

In feite wordt in deze tekst met verschillende referenten naar dezelfde aspecten op de grafiek verwezen: *waarnemingen*, *metingen* en *punten*. Leerlingen moeten deze coherentie goed kunnen herkennen om tot begrip van deze tekst te kunnen komen.

In veel teksten wordt ook een verschil gemaakt tussen *‘punten’* en *‘stippen’*. Met *‘punten’* wordt vaak verwezen naar de meetpunten in de grafiek en met *‘stippen’* naar de zelf getekende verwijzing naar deze momenten. Deze verwijzing wordt echter niet consequent in

de rest van het hoofdstuk zo gemaakt, waardoor het voor leerlingen moeilijk is te begrijpen wat er bedoeld wordt. Er wordt bijvoorbeeld ook gebruik gemaakt van het woord ‘punten’ om naar zelf getekende punten van de grafiek te verwijzen. Dit zagen we bijvoorbeeld in de analyse van de opdrachtteksten. In een opdrachttekst staat bijvoorbeeld: ‘Teken de tien metingen met punten in het assenstelsel’ en ‘Teken een vloeiende lijn door de punten die je hebt getekend’.

In de subcategorie ‘*referentie door inferentie*’ rapporteert het panel zeven problemen. Een voorbeeld van dit soort problemen zien we als leerlingen in de tekst moeten kijken ‘*bij welke as 11 uur*’ staat. Vervolgens komt de opdracht ‘*Kijk bij de andere as welke temperatuur bij de stip hoort*’. Leerlingen moeten infereren dat met ‘*andere as*’ de as wordt bedoeld waar niet de tijd wordt weergegeven (en waar dus niet 11 uur bij staat).

In de twee andere subcategorieën, *referentie door bijwoorden* en *introduc tie van de entiteit* worden door het panel niet veel problemen gerapporteerd. Er worden vier fragmenten door het panel gerapporteerd waarin naar een entiteit wordt verwezen die niet wordt geïntroduceerd en als het ware ‘uit de lucht komt vallen’. We geven als voorbeeld het introduceren van ‘*de pijlen*’. Zowel in de instructie in het hoofdstuk als in de samenvatting wordt gesproken over ‘*pijlen die samenkomen*’.

Voorbeeld 17: instructietekst, tekst 2

Een weerman heeft in de tabel hieronder een aantal metingen bijgehouden.
De meting: ‘om 8 uur was het 4°C’ kun je als volgt in het assenstelsel tekenen.

- 1 Zoek de tijd op: 8 uur.
- 2 Zoek de temperatuur op: 4°C.
- 3 Waar *de pijlen* samenkomen zet je een stip.

In de derde stap van deze instructie worden ‘*de pijlen*’ plotseling voor het eerst genoemd. Met deze uiting wordt verwezen naar twee dunne pijltjes in de grafiek, die een leerling vrij gemakkelijk over het hoofd zou kunnen zien. De ‘*pijlen*’ worden dus niet goed geïntroduceerd, wat voor leerlingen problemen op kan leveren bij het begrip van de opdracht.

3.6.2 Relationale coherentie

Zoals we uit Tabel 24 kunnen aflezen, worden acht problemen met betrekking tot *relationele coherentie* door het panel gerapporteerd. Een aantal van deze opmerkingen van het panel hebben te maken met het feit dat de relationele coherentie tussen de zinnen impliciet wordt gelaten. Er zijn opvallend weinig markeerders voor relationele coherentie in de tekst van het wiskundeboek terug te vinden. Leerlingen moeten dus zelf het aanwezige verband herkennen. Soms worden ze daarbij wel geholpen door de lay-out. Dit vinden we bijvoorbeeld in de instructieblokjes waarin procedurele kennis wordt aangeboden, waarin de relatie ‘activiteit – werkwijze’ aanwezig is. In de instructie wordt de activiteit in een vraag genoemd ‘*Hoe kun je uit de grafiek hiernaast aflezen welke temperatuur bij 11 uur hoort?*’. De werkwijze voor deze activiteit wordt vervolgens in het antwoord op deze vraag gegeven door middel van een genummerd rijtje handelingen. Deze nummering fungeert als markeerder voor de volgorde van de handelingen.

Het panel rapporteerde twee fragmenten waarin het storend is dat een signaalwoord ontbreekt. Een voorbeeld hiervan zien we in de instructie rond *Snel of langzaam stijgen*. In deze tekst wil de schrijver een parallelle aanbrenge tussen de zinnen *De grafiek loopt tussen 10 en 15 jaar steiler dan tussen 15 en 20 jaar* en de zin *De populier groeide tussen 10 en 15 jaar sneller dan tussen 15 en 20 jaar*. Hier ontbreekt echter een signaalwoord als bijvoorbeeld ‘*dat wil zeggen*’, zodat de leerlingen deze parallelle waarschijnlijk ontgaat.

Een ander voorbeeld vinden we in de instructie ‘*Hoe kun je gegevens uit een grafiek aflezen?*’. In deze instructietekst worden twee voorbeelden gegeven van het aflezen van gegevens. Dit wordt echter niet heel duidelijk geëxpliciteerd. De overgang van het ene voorbeeld naar het andere voorbeeld wordt gegeven door de zin ‘*Je wilt bijvoorbeeld uit de grafiek...*’. Het zou duidelijker geweest zijn om dit te formuleren als ‘*Nu wil je bijvoorbeeld uit de grafiek...*’.

3.6.3 Noodzakelijke inferenties

Zoals we in Tabel 24 kunnen zien, zijn er zeventien fragmenten die lastig kunnen zijn voor de leerlingen, omdat ze in die fragmenten *noodzakelijke inferenties* moeten maken om tot begrip van de opdracht te komen. Dat betekent dat ze actief hun kennis van de wereld moeten inzetten. Binnen deze hoofdcategorie zijn geen subcategorieën onderscheiden. Wel kunnen we een onderscheid maken naar het moment waarop leerlingen deze inferentie moeten maken. Uit de resultaten blijkt dat leerlingen dit zowel bij het begrijpen van de introductietekst bij de opgave (vijf keer) moeten doen, als bij de deelvragen van de opgave (elf keer). Hieruit blijkt dat leerlingen vaker bij deelvragen inferenties moeten maken dan bij het lezen van de introductietekst van de opgave. Juist bij de deelvragen is het maken van de juiste inferentie erg belangrijk, omdat dat deze voor het succesvol oplossen van de vraag verondersteld wordt.

Het is opvallend dat de meeste inferenties gemaakt moeten worden in de opgaven waarin de context “het weer” centraal staat. bijvoorbeeld bij opgaven waarin verhaaltjes over het temperatuurverloop zijn opgenomen. Slechts één keer moeten leerlingen ook een inferentie maken bij een illustratie. Dat is bij opgave I-1 uit de Instapparagraaf. In deze opgave komt de vraag voor: ‘*Hoe laat verdwijnt de zon ’s morgens achter de wolken?*’. Leerlingen moeten hierbij infereren dat als de zon achter de wolken is, hij niet meer in het brandglas schijnt en er dus geen zwarte strepen op de strook papier verschijnen.

Doordat dit soort inferenties verondersteld worden voor het succesvol aflezen van de grafiek, zijn ze door het panel als potentiële struikelblokken geïdentificeerd.

3.6.4 Formulering

Het panel heeft ook problemen gerapporteerd over de manier waarop de teksten en opgaven zijn geformuleerd. In Tabel 27 geven we een overzicht per subcategorie.

We zullen per subcategorie ingaan op de bevindingen van het panel.

Tabel 27 Problemen in de formulering

Formulering	Aantal
Stilistische variatie	17
Complexe zinsbouw	22
Overig	45
Totaal	84

Stilistische variatie

Er vindt veel stilistische variatie plaats in het stellen van de deelvragen. Daarbij wordt door de auteurs van het wiskundeboek afwisselend gekozen voor een 'wiskundige', meer formele manier van formuleren of voor een 'dagelijkse', meer informele manier van formuleren. Uit de opmerkingen van het panel kunnen we afleiden dat er vaker voor een dagelijkse formulering wordt gekozen dan voor een wiskundige als we deze variatie aantreffen. Terwijl de wiskundige formulering doorgaans gemakkelijker is, omdat deze overeenkomt met de aanduiding van de assen. Bij een vraag als '*hoe lang was Peter*', staat in de grafiek op de verticale as de aanduiding '*lengte in meters*'. Een vraag als 'wat was de lengte van Peter' is voor leerlingen dan eenvoudiger te koppelen aan de grafiek.

In de samenvatting wordt binnen één instructieblokje een dagelijkse manier van formuleren afgewisseld met een wiskundige manier. Dit kan voor leerlingen verwarrend zijn. In het stukje '*Hoe kun je gegevens uit een grafiek aflezen?*' wordt eerst gesteld *Je wilt bijvoorbeeld ... aflezen welke temperatuur bij 11 uur hoort*. Deze wiskundige manier is voor leerlingen wellicht complex, maar deze formulering komt wel overeen met de formulering op de verticale as, waar de temperatuur in °C wordt weergegeven. In het tweede voorbeeld van dit instructieblokje wordt de stelling juist op een dagelijkse manier geformuleerd. Nu staat er *Je wilt bijvoorbeeld ...aflezen hoe laat de temperatuur 24°C was*. Omdat het hier om een instructie gaat, zou hier beter gekozen kunnen worden voor *aflezen op welk tijdstip de temperatuur 24°C was* omdat deze manier van formuleren overeenkomt met de informatie op de horizontale as en omdat er dan op een consequente manier wordt geformuleerd.

Complexe zinsbouw

Het panel heeft 22 keer een probleem gerapporteerd dat in verband staat met de complexe zinsbouw of complexe syntactische constructies. Van deze mogelijke struikelblokken had ongeveer de helft betrekking op de zin als geheel en de andere helft op het gebruik van specifieke deelconstructies.

In de instructietekst in het hoofdstuk staan twee zinnen waarvan de syntax voor leerlingen complex kan zijn. De eerste zin dient als introductie op de instructie en luidt '*Een weerman heeft in de tabel hieronder een aantal metingen bijgehouden.*' In deze zin wordt met een veel informatie gegeven. Het panel suggereerde daarom om voor dezelfde informatie twee zinnen te gebruiken: '*Een weerman heeft een aantal metingen gedaan. Deze metingen staan in de tabel hieronder.*'

Een tweede zin vinden we in hetzelfde instructieblok, namelijk in de laatste stap van het tekenen van een grafiek: ‘*Waar de pijlen samenkomen zet je een stip*’. Deze zin is syntactisch complex door de bijzin, maar ook door de volgorde waarin de informatie wordt gepresenteerd. Wellicht zou ‘*Zet een stip waar de pijlen samenkomen*’ voor leerlingen gemakkelijker te begrijpen zijn.

Andere syntactische problemen die het panel rapporteerde, hadden betrekking op het gebruik van specifieke deelconstructies, die voornamelijk betrekking hadden op temporele aanduidingen. Bijvoorbeeld: *elke 2 uur, iedere 3 uur, om de vijf dagen*. Deze variatie in de manier waarop een tijdsinterval wordt uitgedrukt, kan voor leerlingen verwarrend zijn. Ook een constructie als *neem op de verticale as 5 polsslagen per hokje* kan voor leerlingen onduidelijk zijn.

Overig

In deze subcategorie heeft het panel veel problemen gerapporteerd: 45 keer noemden zij problemen die betrekking hadden op de manier van formuleren. Omdat deze problemen verschillend van aard zijn, zullen we hier ingaan op enkele in het oog springende voorbeelden van de gerapporteerde problemen.

Onnodig onduidelijk zijn formuleringen als *Wanneer steeg de temperatuur het snelst...* in plaats van ‘Tussen welke tijden steeg de temperatuur het snelst’, *Wat gebeurt er na 10 seconden?* in plaats van ‘Wat doet de hardloper na 10 seconden?’ of ‘Wat zie je in de grafiek na 10 seconden?’ en *Hoeveel langer was hij twee jaar later?* in plaats van ‘Hoe lang was hij toen hij 6 jaar was? Hoeveel is hij dan gegroeid sinds hij 4 jaar was?’

Bovendien wordt in enkele gevallen ook opgemerkt dat de formulering van de deelvragen onzorgvuldig is. Bijvoorbeeld als gevraagd wordt *Hoeveel was zijn gewicht toen?* (*Wat* was zijn gewicht toen?) of *Hoe kun je dat in de grafiek zien* (*Waarom* kun je dat in de grafiek zien?).

In opgave 3 wordt leerlingen gevraagd ‘*Wat kun je zeggen van de niet-gekleurde stukken?*’. Deze deelvraag is in de eerste plaats misleidend omdat er maar één niet-gekleurd stuk over blijft en er dus geen sprake is van *stukken* (zie ook paragraaf 3.6.8), maar de opdracht is ook slecht geformuleerd. Je kunt van een niet-gekleurd stuk veel zeggen, maar de bedoeling is dat leerlingen het verloop van de grafiek van het niet-gekleurde stuk benoemen. Een heldere vraag zou geweest zijn: ‘Hoe noemen we het verloop van het niet-gekleurde stuk?’

Ook de formulering rond de introductie van het concept ‘*zaagtand*’, is onduidelijk. Leerlingen wordt voor het eerst voorzichtig op de aanwezigheid van een zaagtand gewezen door de deelvraag *Waarom is er op de verticale as een stukje weggelaten, denk je?*, in opgave 5 (paragraaf 2). Deze formulering doet vermoeden dat er een stukje as ontbreekt, maar wie de grafiek bij deze opgave bestudeert, ziet dat er niet echt iets ontbreekt, maar dat iets anders in de as aanwezig is. Er zit namelijk een knikje in de verticale as. Een betere formulering zou dus zijn: ‘Waarom zit er een knikje in de verticale as?’.

In de instructieteksten zijn sommige formuleringen ook onduidelijk. Een groot aantal van deze opmerkingen in de instructieve teksten gaat over de telegramachtige stijl waarin de instructies worden gegeven. Enkele voorbeelden zien we in de instructietekst van Voorbeeld 17. Kort en daarmee wellicht ook lastig geformuleerd zijn bijvoorbeeld *De meting om 8 uur was het 4°C* (wellicht beter: ‘Zoals je kunt zien was het om 8 uur 4 graden. Dit kun je als volgt in het assenstelsel tekenen’) en de instructies: *Zoek de tijd op: 8 uur* (wellicht beter: zoek op de horizontale as op waar 8 uur staat) en *Zoek de temperatuur op: 4°C* (wellicht beter: zoek op de verticale as op waar de temperatuur 4°C). Bovendien wordt door het panel opgemerkt dat deze instructie nu echt gebonden is aan dit specifieke voorbeeld en daarmee niet algemeen wordt gemaakt. Een instructie als ‘Zoek het gewenste tijdstip op. In dit geval is dat 8 uur’ zou de instructie makkelijker te generaliseren maken.

Andere opmerkingen van het panel over de instructieve teksten zijn onder meer:

- **Een weerman doet allerlei metingen.**
Door de constructie ‘metingen doen’ wordt de zin onnodig complex.
- **De resultaten van die metingen worden vaak getekend in grafieken.**
Leerlingen hebben een heel ander beeld bij het woord ‘tekenen’. Beter kan hier het woord ‘weergegeven’ worden geïntroduceerd, een woord dat verder ook gebruikt wordt in het hoofdstuk.
- **Bedenk hoe lang de assen moeten worden.**
De leerlingen moeten niet *bedenken* hoe lang de assen worden, maar op basis van de gegevens in de tabel *bepalen* welke eenheden ze het beste op de as kunnen kiezen. Dus eerder: ‘Lees uit de tabel af welke getallen er langs de assen moeten komen’.
- **Als je op de verticale as niet bij o wilt beginnen, dan kun je een zaagtand gebruiken.**
Ook hier gaat het om een vage instructie. Het gaat er niet om dat de leerlingen niet ‘bij o *willen* beginnen’. Daarom ‘Als de verticale as niet bij o begint, gebruik je een zaagtand’.

Verder wordt ook in de instructieteksten niet altijd consequent omgegaan met bepaalde begrippen of termen. De instructie ‘Hoe kun je gegevens uit een grafiek aflezen?’ eindigt bijvoorbeeld met de stap ‘Kijk welke temperatuur bij de stip hoort’. Beter had hier de term ‘aflezen’ weer gebruikt kunnen worden: ‘Lees af welke temperatuur bij de stip hoort’. Ook opvallend is de introductie van de term ‘gelijke stappen’. Leerlingen moeten ‘op elke as per hokje steeds gelijke stappen nemen’, maar er wordt in de instructie nergens uitgelegd wat hiermee bedoeld wordt.

3.6.5 Informatie

In de categorie *informatie* heeft het panel problemen gerapporteerd rond de informatie die leerlingen aangeboden krijgen. We onderscheiden twee subcategorieën en presenteren de gerapporteerde problemen per subcategorie in onderstaande tabel.

Tabel 28 Aantal gerapporteerde problemen in de categorie 'Informatie'

Informatie	Aantal
Weggelaten	13
Ontbrekend	29
Totaal	42

We beschrijven de bevindingen van het panel in de volgende paragrafen.

Weggelaten informatie

Het panel heeft dertien fragmenten aangegeven waarop informatie wordt weggelaten die al wel geïntroduceerd was. Het panel rapporteert bijvoorbeeld dat er in de instructieteksten informatie wordt weggelaten die voor de duidelijkheid beter weer herhaald had kunnen worden. Zeker omdat het hier om instructieteksten gaat, kan de cognitieve belasting voor leerlingen verkleind worden door de informatie duidelijk te brengen. We geven wat voorbeelden:

- *De grafiek hieronder laat het verband zien tussen de leeftijd van een populier en de hoogte [van deze populier] in meters.*
- *Tussen 15 en 25 jaar stijgt de grafiek langzamer [dan tussen 5 en 15 jaar].*
- *Zoek op de horizontale as 4 [seconden] op.*

We kunnen uit deze voorbeelden afleiden dat er vaak gekozen wordt voor een telegramachtige stijl, zoals we ook in paragraaf 3.6.4 hebben gezien. Dit kan voor onduidelijkheid zorgen voor leerlingen.

Ontbrekende informatie

Er 29 fragmenten genoemd waarop volgens het panel nuttige informatie ontbreekt in de wiskundetekst. Het panel rapporteert bijvoorbeeld problemen met betrekking tot het tekenen van metingen in een tabel: een probleem dat ook deels te maken heeft met de referentiële coherentie die door synoniemen tot stand wordt gebracht (zie paragraaf 3.6.1). Door bij deze teksten informatie weg te laten, moet de lezer meer inspanning verrichten om de tekst te kunnen begrijpen. Een voorbeeld zien we in Opgave 9.

Voorbeeld 18: Opgave 9

Elk jaar op zijn verjaardag wordt Peter gemeten. Hiernaast zijn al zijn lengten in een grafiek gezet. Door de punten is een vloeiende lijn getekend.

Door toevoeging van een aantal geïmpliceerde informatie-eenheden zou deze tekst een stuk gemakkelijker te begrijpen zijn. De tekst zou dan luiden: *Elk jaar op zijn verjaardag wordt [de lengte van] Peter gemeten. Hiernaast zijn al zijn lengten [met een punt] in een grafiek gezet.*

De opmerkingen van het panel omtrent ontbrekende informatie hebben alle grotendeels te maken met de eerder geformuleerde opmerkingen over de ‘telegramachtige’ stijl van formuleren. Door deze manier van formuleren ontbreekt in een aantal fragmenten informatie die het voor leerlingen gemakkelijker zou maken de tekst te volgen en te begrijpen. Neem bijvoorbeeld in de instructie rond het tekenen van een grafiek de zin ‘*Verbind de stippen met elkaar*’. Dit is de openingszin van de derde stap in het gepresenteerde stappenplan, waarbij ‘de stippen’ niet duidelijk geïntroduceerd worden. Door de stap duidelijker te maken, bijvoorbeeld *Verbind de stippen* [die je nu hebt getekend] *met elkaar* wordt de instructie helderder. Een ander moment waarop dat gebeurt zien we als in de instructie staat ‘*Bijvoorbeeld: bij 4 seconden hoort 6 meter.*’ Deze informatie is afkomstig uit de tabel die boven de grafiek wordt gepresenteerd, maar daar wordt in de tekst niet expliciet naar verwezen.

3.6.6 Illustraties

In het wiskundeboek worden zowel foto’s als tekeningen gebruikt. In dit vijfde hoofdstuk over grafieken wordt twee keer een foto gebruikt. Er is een foto van een zonneshijnmeter opgenomen (Instaparaagraaf, pagina 108) en een foto van een verpleegkundige die de polsslag opneemt van een patiënt (paragraaf 5.5, pagina 119).

Het panel rapporteert twee problemen met betrekking tot de gebruikte illustraties bij de opgave rond de zonneshijnmeter (Instap paraagraaf, opdracht 1): het panel vindt de foto van de zonneshijnmeter en de tekening van de strook papier bij de zonneshijnmeter erg onduidelijk. In de tekst staat dat in een zonneshijnmeter een brandglas gaten op een strook papier brandt. Op de tekening bij de foto zien we echter geen gaten op de strook, maar zwarte strepen. Deze strepen stellen natuurlijk de brandgaten voor, maar dit is voor de meeste leerlingen waarschijnlijk niet duidelijk.

3.6.7 Grafieken

Een bijzonder soort illustraties vormen de grafieken. Er worden zeven keer problemen gerapporteerd rond de duidelijkheid.

Omdat leerlingen in de Instaparaagraaf voor het eerst met grafieken worden geconfronteerd, zou je verwachten dat juist in zo’n paragraaf de gepresenteerde grafieken helder zijn. Zoals we weten, wil *Moderne Wiskunde* een inductieve methode zijn. Het is waarschijnlijk daarom dat de leerlingen in het begin van het hoofdstuk geconfronteerd worden met weinig gedetailleerde grafieken waarin ze alleen globaal informatie hoeven af te lezen. In de eerste paragrafen vinden we namelijk alleen grafieken waarin de informatie op de assen zeer beperkt is. Het is opvallend dat de horizontale as vaak wel gedetailleerde informatie geeft, maar dat op de verticale as vaak geen eenheden staan.

3.6.8 Overige opmerkingen

In de categorie ‘overige opmerkingen’ onderscheiden we vier subcategorieën. In Tabel 29 presenteren we het aantal gerapporteerde problemen per subcategorie.

Tabel 29 Overige opmerkingen

Overig	Aantal
Opdracht misleidend of fout geformuleerd	10
Geen eenduidig antwoord	4
Onduidelijk opbouw van de tekst	3
Afkortingen / Symbolen	6
Totaal	23

Opvallend vaak wordt een opdracht door het panel als ‘misleidend’ gekarakteriseerd. We zullen nu per subcategorie ingaan op de bevindingen.

Opdracht misleidend of fout geformuleerd

Het is opvallend dat een aantal deelvragen in de opdrachtteksten misleidend geformuleerd is, waardoor leerlingen op het verkeerde been worden gezet. Een aantal van de door het panel opgemerkte problemen heeft te maken met het feit dat de vraag de suggestie wekt dat er één mogelijk antwoord kan zijn, terwijl er meerdere antwoorden bevraagd worden. Een voorbeeld van een misleidende opdracht zien we ontstaan doordat de grafiek in de opdracht niet aansluit bij de vraag. De vraag in opgave 1 (instapparagraaf) is *Hoe laat verdwijnt de zon’s **morgens** achter de wolken*, maar op de strook papier die als illustratie bij deze vraag gebruikt is, is af te lezen dat de zon ’s **middags** achter de wolken verdwijnt.

Ook rond de instructie van het tekenen van een grafiek zien we problemen ontstaan tussen de koppeling tussen de tekst en de grafiek. De vraag in opdracht 14, paragraaf 4, is *Teken de vijf metingen in het assenstelsel*. Maar van de vijf metingen is al één meting voorgedaan in het boek. Duidelijker is dan: ‘Teken de andere vier metingen in het assenstelsel.’ Een overbodige vraag is *Zet langs de assen wat de getallen betekenen*, terwijl leerlingen bij voorafgaande vraag de grafiek al hebben moeten overnemen, waarbij ze waarschijnlijk ook de getallen bij de assen hebben overgenomen.

Geen eenduidig antwoord

Zoals we uit Tabel 29 hebben kunnen aflezen, zijn er door het panel vier problemen genoemd die betrekking hebben op vragen waarop geen eenduidig antwoord is te geven, terwijl die suggesties wel wordt gewekt. Deze opmerkingen hebben alle betrekking op het feit dat de grafiek moeilijker is af te lezen dan gesuggereerd wordt, of op vragen waarbij leerlingen informatie moeten gebruiken die nòch uit de tekst nòch uit de grafiek is af te leiden. Van de eerste categorie is de vraag *Waarom denk je dat Joep zich even voor 9 uur niet zo fijn voelde?* een voorbeeld uit de Instapparagraaf. Uit de grafiek is namelijk bijzonder moeilijk te zien wat de reden van Joep’s gevoel is. Van de tweede categorie zien we een voorbeeld bij de vraag die over het waterverbruik van een gezin en de bewering die Karel daar over doet. Op de vraag *Zeg waarom Karel wel of geen gelijk heeft* zijn verschillende antwoorden mogelijk.

Onduidelijke opbouw van de tekst

Wat betreft de opbouw en structuur van de opgave, zijn er door het panel drie opmerkingen gemaakt. De eerste opmerking gaat over opgave 11 in paragraaf 3.

Voorbeeld 19: Samenvatting ‘Snel of langzaam stijgen’

Hierboven zie je de temperatuur van 7 uur 's morgens tot 8 uur 's avonds (20.00 uur) weergegeven in een grafiek. Midden op de dag onweerde het heel erg. Daardoor daalde de temperatuur snel.

- a Hoeveel graden is één hokje op de verticale as?
- b Hoeveel is één hokje op de horizontale as?
- c Hoe laat begon het onweer?

In deze opgave hebben de leerlingen de informatie ‘*Midden op de dag onweerde het heel erg. Daardoor daalde de temperatuur snel*’ uit de introductietekst pas bij vraag C nodig. Deze informatie kan dus beter pas na deelvraag b toegevoegd worden, als introductie op vraag C. Hierdoor zou deelvraag C (*Hoe laat begon het onweer?*) beter te begrijpen zijn.

Tot slot wordt in opgave 13 in paragraaf 4 de grafiek direct naast de introductietekst gepresenteerd, terwijl deze beter onder deelvraag b (*Welke grafiek hoort bij de tabel van de hardloper*) kan worden weergegeven.

Van de twee opmerkingen die gemaakt zijn over de opbouw van de informatie in de instructieve teksten, is de opmerking over de tekst in de samenvatting over de populier wel de meest in het oog springende. Deze tekst is erg onduidelijk opgebouwd.

Voorbeeld 20: Samenvatting ‘Snel of langzaam stijgen’**Snel of langzaam stijgen**

De grafiek hieronder laat het verband zien tussen de leeftijd van een populier en de hoogte in meters.

De grafiek loopt tussen 5 en 15 jaar steiler dan tussen 15 en 25 jaar.

De populier groeide tussen 5 en 15 jaar sneller dan tussen 15 en 25 jaar.

Je kunt ook zeggen: de grafiek stijgt sneller tussen 5 en 15 jaar dan tussen 15 en 25 jaar.

Tussen 15 en 25 jaar stijgt de grafiek langzamer.

In deze tekst is de volgorde van de zinnen 2, 3 en 4 raar gekozen. Na de zin ‘*De grafiek loopt tussen 5 en 15 jaar steiler dan tussen 15 en 25 jaar*’ had beter de zin kunnen komen ‘*Je kunt ook zeggen: de grafiek stijgt sneller tussen 5 en 15 jaar dan tussen 15 en 25 jaar*’. Deze zin geeft immers in andere woorden weer wat in zin 2 ook gesteld wordt. Vervolgens zou ingegaan kunnen worden op de betekenis van deze opmerking, namelijk ‘*De populier groeide tussen 5 en 15 jaar sneller dan tussen 15 en 25 jaar*’.

Afkortingen / Symbolen

Tot slot zijn hebben een aantal opmerkingen van het panel betrekking op de gebruikte afkortingen en symbolen. In het hoofdstuk komt bijvoorbeeld regelmatig het °-tekentje voor. Wellicht herkennen leerlingen dit °-tekentje wel, maar het is toch onduidelijk dat dit niet in combinatie met het woord *graden* wordt genoemd, vooral ook omdat bij de eenheden op de assen wel vaak in woorden de tekst ‘temperatuur in graden’ staat.

Een ander voorbeeld zien we bij opgave 17 in paragraaf 5. In deze opgave wordt de situatie als volgt gekarakteriseerd: *In de tabel hieronder zie je hoeveel water een gezin in twaalf maanden verbruikte*. In de tabel worden in de bovenste rij de maanden gepresenteerd en in de onderste rij ‘het verbruik in m³’ gepresenteerd. Leerlingen moeten zelf dus realiseren dat ‘hoeveel water’ wordt uitgedrukt in m³ water.

3.7 Conclusie

In dit hoofdstuk hebben we de complexiteit van de kenmerken van teksten uit hoofdstuk 5 uit het a-boek van het vbo-mavo deel van *Moderne Wiskunde* geanalyseerd. We hebben onderzocht welke potentiële struikelblokken er zijn op het micro- en mesoniveau van de wiskundeteksten voor vmbo-brugklas-leerlingen.

Om de eerste onderzoeksvraag te beantwoorden, de complexiteit op het *microniveau* van de teksten uit het hoofdstuk, hebben we de dekkinggraad van de teksten in het wiskundeboek met Lijst 1 (de Basiswoordenlijst van het Nederlands) en met Lijst 2 (de Basiswoordenlijst uitgebreid met sluis-1-woorden uit de Streefwoordenlijst) berekend. Hierdoor konden we de niet-gedekte, en dus moeilijke, laagfrequente woorden, in beeld krijgen.

Bij sommige opgaven kan het gebruik van laagfrequente, dagelijkse woorden een storende invloed hebben op het begrip van de opgave en dit is niet wenselijk. We kunnen dus stellen dat de Realistische Wiskunde een groot beroep doet op de woordenschat van leerlingen. Woorden als ‘*waterverbruik*’ en ‘*brandglas*’ zijn geen woorden die leerlingen zelf vaak tegenkomen. In het hoofdstuk wordt ook gebruik gemaakt van een aantal specifieke ‘schooltaalwoorden’ die binnen dit hoofdstuk erg belangrijk zijn, maar die bij vmbo-leerlingen wellicht niet zonder meer bekend zijn. Naast de ‘wiskundewoorden’ die de leerlingen in dit hoofdstuk moeten verwerven, wordt een aantal andere woorden als bekend verondersteld. Ook hier geldt dat het niet vanzelfsprekend is dat de leerlingen deze woorden beheersen.

Vervolgens is gekeken naar verschillende tekstenkenmerken op het *mesoniveau*. Voor deze analyse hebben we een panel bestaande uit vijf personen de teksten laten beoordelen en gevraagd potentiële struikelblokken op het mesoniveau aan te wijzen en te karakteriseren. De gevonden potentiële struikelblokken bleken onderverdeeld te kunnen worden in acht hoofdcategorieën: referentiële coherentie, relationele coherentie, inferenties, formulerings, informatie, illustraties, grafieken en overige struikelblokken.

Wat betreft de referentiële coherentie stelden we vast dat deze vooral door herhaling van de centrale referent tot stand werd gebracht. Over het algemeen bleek dat de referentiële coherentie voor leerlingen gemakkelijk herkenbaar in de tekst is terug te vinden. Een enkele keer constateerden we complexe verwijzingen. Deze bleken vooral te liggen in verwijzingen naar (delen van) zinsconstructies, zoals een verwijzing van het woordje *‘daar’* naar *‘tussen 15 en 20 jaar’*.

Markeerders voor relationele coherentie bleken nauwelijks voor te komen. Dit is opmerkelijk, want bij een aantal wiskunde opgaven bleken leerlingen de relatie tussen zinnen wel degelijk te moeten herkennen voor een goed begrip van de tekst. Zonder markeerders van deze relatie wordt het herkennen van het verband tussen zinnen echter impliciet gelaten en meer aan de leerlingen overgelaten dan als er wel markeerders zouden zijn. Dit maakt sommige verbanden dus onnodig onduidelijk.

Leerlingen bleken verschillende keren inferenties te moeten maken om tot begrip van de opdracht te komen. Deze veronderstelde inferenties kunnen zorgen voor een grotere cognitieve belasting bij het begrijpen van de wiskundetekst, waardoor ze door het panel als potentieel struikelblok zijn geïdentificeerd.

Het panel heeft ook diverse problemen rond de formulering van de wiskundeteksten gerapporteerd. Om de stijl levendig te maken wordt veel stilistische variatie gebruikt. Ook dit draagt niet altijd bij aan de begrijpelijkheid: soms is het beter consequent met dezelfde term naar hetzelfde verschijnsel te verwijzen, zeker als het gaat om nieuwe begrippen die door de leerlingen nog verworven moeten worden. Ook de stilistische variatie die bij deelvragen binnen een opgave gehanteerd wordt, kan voor leerlingen verwarrend zijn. Er worden relatief weinig complexe zinnen gebruikt in de teksten, al zijn sommige zinnen wel erg lang en bevatten ze ingewikkelde deelconstructies als *‘om de vijf dagen’*. Het is opvallend dat er vaak een telegramachtige stijl wordt gekozen, die ten koste gaat van de helderheid van de teksten.

Dit zagen we ook terug in de potentiële problemen die het panel in de categorie *‘informatie’* beschreef: soms is informatie weggelaten, waarschijnlijk om de leerlingen niet te veel te belasten, maar daardoor neemt de begrijpelijkheid af.

De gebruikte illustraties en grafieken zijn over het algemeen duidelijk, maar vooral in de Instapparagraaf rapporteert het panel een aantal onduidelijkheden. Dit is opvallend, omdat juist in deze paragraaf de leerlingen voor het eerst kennis maken met grafieken.

De overige opmerkingen van het panel hadden voornamelijk betrekking op de wiskundige implicaties van de teksten. Zo werden bijvoorbeeld een aantal problemen gerapporteerd waarbij de opdracht misleidend of onjuist geformuleerd was, of waarbij er eigenlijk geen eenduidig antwoord op de vraag in de tekst gegeven kon worden.

3.8 Discussie

In dit onderzoek hebben we geconstateerd dat teksten uit een wiskunde hoofdstuk verschillende potentiële struikelblokken bevatten op het micro- en mesoniveau van de tekst. Uit eerder onderzoek (Land, Sanders, Lentz en Van den Bergh, 2002b) weten we dat kenmerken van een tekst invloed hebben op de lezer. In het onderzoek van Land e.a. (2002b) werd duidelijk dat voornamelijk leerlingen met een laag leesvaardigheidsniveau baat hebben bij helder gestructureerde teksten. Het begrijpen van de tekst wordt vaak als eerste stap beschouwd in modellen die het oplossingsproces bij wiskunde beschrijven (DeCorte en Verschaffel, 1991). Het komen tot een goede representatie van de tekst (een propositionele representatie) is een belangrijke voorwaarde voor succes in het oplossen van wiskundeopgaven. Leerlingen moeten in staat zijn om de structuur van de tekst te kunnen doorgronden en moeten kunnen bepalen welke informatie wel of niet belangrijk is. De potentiële struikelblokken die in deze analyse naar voren zijn gekomen, zouden met name de taalzwakke leerlingen dus kunnen verhinderen om tot een goede representatie van de wiskundetekst te komen. Dit zou een mogelijke verklaring kunnen zijn voor de achterblijvende wiskundeprestaties van allochtone leerlingen (De Wit, 2000).

Voor de analyses van het microniveau hebben we gebruik gemaakt van twee externe criteria: (1) de Basiswoordenlijst en (2) de Basiswoordenlijst uitgebreid met woorden uit Sluis 1 van de Streefwoordenlijst. Dat de twee dekkingspercentages die gevonden werden met deze twee woordenlijsten erg van elkaar verschilden, werpt de vraag op of de gebruikte lijsten wel geschikt zijn voor het vaststellen van potentiële struikelblokken voor vmbo-brugklas-leerlingen. De keuze om alleen woorden uit sluis-1 aan de Basiswoordenlijst toe te voegen, hebben we gemaakt omdat we teksten uit het eerste leerjaar voor het laagste onderwijsniveau hebben onderzocht. Deze keuze is gebaseerd op het idee dat leerlingen uit het eerste leerjaar van het vmbo de sluis-1-woorden wel beheersen. Het kan betwijfeld worden of leerlingen uit de brugklas de woorden uit moeilijker sluisen niet ook beheersen, maar omdat het in dit onderzoek gaat om het inventariseren van *potentiële* struikelblokken hebben we alleen de woorden uit sluis-1 als bekend verondersteld.

Anderzijds kan worden opgemerkt dat het feit dat woorden gedekt worden door de Basiswoordenlijst niet per definitie hoeft te betekenen dat ze ook door de leerlingen worden begrepen. Een voorbeeld hiervan, vinden we in de zin ‘...is gebeurd in de loop van de jaren’ in het volgende voorbeeld.

Voorbeeld 21: Paragraaf 5.2 opdracht 7

Meneer Olafson moet op zijn gewicht letten. Anders wordt hij snel te zwaar. In de grafiek hieronder kun je zien wat er met het gewicht van meneer Olafson is gebeurd in de loop van de jaren.

De constructie ‘de loop van de jaren’ kan voor leerlingen problemen opleveren, maar is in de gebruikte analyse niet geïdentificeerd. Verder constateren we dat de afzonderlijke delen van de scheidbare werkwoorden wel gedekt worden door de Basiswoordenlijst, maar dat het hele werkwoord niet in het basisvocabulaire voorkomt. Terwijl dit soort

werkwoorden veelvuldig in de wiskundeteksten voorkomt en dus voor leerlingen wel een potentieel struikelblok zouden kunnen zijn. We noemen als voorbeeld: *bijhouden*, *losbarsten*, *toenemen*, *opletten*, *overnemen*, *aangeven* en *aflezen*.

De analyses op het mesoniveau zijn uitgevoerd door een panel dat voornamelijk bestond uit Letterenstudenten van de Rijksuniversiteit Groningen. Het panel had dus geen ervaring in het vmbo-onderwijs, waardoor aan de deskundigheid van het panel voor het aanwijzen van potentiële struikelblokken voor vmbo-leerlingen getwijfeld zou kunnen worden. Toch menen we dat het panel voldoende inzicht heeft in de linguïstische aspecten van de teksten die problematisch kunnen zijn voor leerlingen. Juist doordat het panel geen ervaring had in het vmbo en de wiskundendidactiek, konden zij op een onbevooroordeelde wijze de teksten op linguïstische moeilijkheden beoordelen en werden ze niet gehinderd door eerdere ervaringen met deze teksten in de klas. Door hun linguïstische achtergrond bleken ze bovendien goed in staat de gevonden problemen te categoriseren.

De bevindingen van het panel hebben we op basis van de kenmerken van het beschreven probleem ondergebracht in verschillende categorieën. Deze indeling is verantwoord uit de literatuur. Het is de vraag of problemen in de ene categorie een groter struikelblok vormen voor leerlingen dan problemen in een andere categorie. Zoals we al eerder opgemerkt hebben, is het bovendien goed om te realiseren dat bepaalde aspecten op het mesoniveau frequenter voor zullen komen dan andere, waardoor de kans dat leerlingen daadwerkelijk struikelen over een genoemd probleem niet voor alle categorieën even groot is.

Zoals eerder is gezegd, is het basisidee van de Realistische Wiskunde dat de wiskunde gepresenteerd wordt in dagelijkse contexten. Uit dit onderzoek kunnen we concluderen dat de didactiek van de Realistische Wiskunde in het onderzochte materiaal uit de methode *Moderne Wiskunde* tot gevolg heeft dat er een groot beroep gedaan wordt op de taalvaardigheid van leerlingen. De analyses op het microniveau van de wiskundeteksten laten zien dat dit leidt tot een hoog aantal laagfrequente dagelijkse woorden in de teksten en de analyses op het mesoniveau laten zien dat er diverse potentiële talige struikelblokken aan te wijzen zijn voor leerlingen. We kunnen dus stellen dat deze wiskundendidactiek het gevaar met zich mee brengt dat er ook woorden worden ingebracht die in het dagelijkse leven weinig voorkomen en dus moeilijk te herkennen zijn door leerlingen en dat leerlingen een grote inspanning moeten verrichten om de wiskundeteksten te begrijpen. Dit zou met name voor allochtone leerlingen wel eens kunnen verklaren waarom zij extra moeite hebben met de Realistische Wiskunde (Van den Boer, 2003).

Hoewel dit onderzoek een aantal duidelijke aanwijzingen laat zien voor potentiële struikelblokken op het micro- en mesoniveau van wiskundeteksten, is de generaliseerbaarheid van de resultaten beperkt. We hebben dit onderzoek uitgevoerd op een beperkte set teksten: slechts 30 wiskundeteksten zijn onderzocht. Deze teksten kwamen allemaal uit één hoofdstuk uit de methode *Moderne Wiskunde*. Hierdoor waren ze alle afkomstig uit hetzelfde domein van de wiskunde, namelijk het domein 'grafieken'. Dit heeft invloed op het type teksten: de resultaten van dit onderzoek zouden anders kunnen zijn als we ook teksten uit andere wiskundige domeinen hadden onderzocht, bijvoorbeeld dat van de 'kansberekening' of 'meetkunde'. Onze verwachting is dat de resultaten met betrekking

tot potentiële struikelblokken op het microniveau niet veel zouden verschillen van de hier geïdentificeerde problemen. In het wiskundeboek wordt namelijk voor de opgaven in andere domeinen ook gebruik gemaakt van dagelijkse contexten waarbij laagfrequente dagelijkse woorden worden gebruikt. Op het mesoniveau zouden de verschillen echter groter kunnen zijn. In een domein als ‘kansberekening’ wordt het goed doorgronden van de verbanden tussen de zinnen nog belangrijker voor het goed oplossen van de opgaven, waardoor de complexiteit op het mesoniveau voor de leerling kan toenemen.

In dit hoofdstuk hebben we *potentiële* struikelblokken geïdentificeerd op grond van verwachtingen die we op basis van de literatuur mogen hebben over de complexiteit van teksten voor vmbo-leerlingen. Met het beschrijven van deze struikelblokken weten we nog niets over de daadwerkelijke problemen die leerlingen ondervinden op het moment dat ze een wiskundetekst moeten lezen en de bijbehorende opgave moeten oplossen. In het volgende hoofdstuk, hoofdstuk 4, zullen we daarom ingaan op de manier waarop leerlingen daadwerkelijk begrip proberen te construeren bij dergelijke wiskundeopdrachten.